

Česká zemědělská univerzita v Praze



Fakulta životního prostředí
Katedra biotechnických úprav krajiny

Kořenová čistírna odpadních vod pro městskou část Vrchlice,
Kutná Hora

Wastewater treatment plant for district Vrchlice of city Kutná Hora

bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Martin Heřmanovský, Ph.D.
Bakalant: Milan Zelený, DiS

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Milan Zelený, DiS.

Územní technická a správní služba

Název práce

Kořenová čistírna odpadních vod pro městskou část Vrchlice, Kutná Hora

Název anglicky

Wastewater treatment plant for the city district of Vrchlice, Kutná Hora

Cíle práce

Práce v první části obsahuje rešerši na kořenové čistírny odpadních vod a ve druhé se zabývá návrhem projektu pro stavební povolení na stavbu kořenové čistírny odpadních vod pro městskou část Vrchlice, Kutná Hora.

Metodika

Charakteristika kořenové čistírny odpadních vod

Návrh technologie kořenové čistírny odpadních vod pro městskou část

Projektová dokumentace KČOV

Údržba a revitalizace KČOV

Možnost využití chemických prvků fosfor

Doporučený rozsah práce

30-50

Klíčová slova

kořenové čistírny odpadních vod, nakládání s odpadní vodou

Doporučené zdroje informací

EPA/625/R-99/010 :Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters, 1999

Hoffmann, H., Platzer Ch.:Technology review of constructed wetlands, 2011

Šálek, J., Tlapák, V.: Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod, ČKAIT 2006

Vymyzal, J.: Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách, ENVI 1995

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Martin Heřmanovský, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 28. 3. 2018

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 3. 2018

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 22. 04. 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Martina Heřmanovského, Ph.D. Další informace mi poskytli Ing. Jaroslav Kršňák a Eva Čiháková. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Kutné Hoře 15.4.2018

.....

Poděkování

Ing. Martin Heřmanovský, Ph.D.

Ing. Jaroslav Kršňák

Eva Čiháková, městský úřad Kutná Hora – Evidence obyvatel

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem kořenové čistírny pro městskou část Vrchlice, Kutná Hora. Je rozdělena na část rešeršní a část praktickou, kde je samotný návrh kořenové čistírny na úrovni dokumentace pro stavební povolení. V rešeršní části je uveden přehled kořenových čistíren a jejich funkce v čištění dopadních vod. Praktická část je zaměřena na návrh kořenové čistírny včetně výpočtu parametrů pro zvolenou lokalitu dle vybrané technologie z rešeršní části.

Klíčová slova

kořenové čistírny odpadních vod, odpadní vody, nakládání s odpadní vodou

Abstract

The bachelor thesis deals with the design of a wastewater treatment plant for the district Vrchlice of city Kutná Hora. It is divided into the search and analytical part, where the design of the wastewater treatment plant is at the level of the building permit documentation. The first part of the research includes the possibilities of solving the wastewater treatment plants and the overview of the used technological parameters of the design of the wastewater treatment plant. The analytical part is focused on the design of the wastewater treatment plant for the chosen area according to the selected technology from the research part.

Key words

wastewater treatment plant, wastewater, treatment with wastewater

Obsah

1. Úvod.....	1
1.1 Cíle práce	1
2. Metodika.....	2
3. Kořenové čistírny odpadních vod	3
3.1 Mokřady s plovoucími rostlinami.....	4
3.2 Mokřady se submerzními rostlinami	4
3.3 Mokřady s emerzními rostlinami	5
3.3.1 Umělé mokřady s povrchovým tokem	5
3.3.2 Umělé mokřady s podpovrchovým horizontálním tokem.....	5
3.3.3 Umělé mokřady s vertikálním podpovrchovým tokem	6
4. Základní procesy kořenových čistíren.....	7
4.1 Koloběh uhlíku v mokřadu.....	7
4.2 Koloběh dusíku v mokřadu	8
4.3 Koloběh fosforu v mokřadu	9
5. Mokřadní rostliny v kořenových čistírnách odpadních vod.....	11
6. Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách odpadních vod.....	15
6.1 Zatížení organickým znečištěním.....	15
6.2 Hydraulické zatížení odpadními vodami.....	15
6.3 Účinnost čištění odpadních vod.....	15
6.4 Procesy podílející se na odstraňování znečištění v kořenových čistírnách	16
6.5 Odstraňování organických látek v kořenových čistírnách.....	16
6.6 Odstraňování nerozpuštěných látek v kořenových čistírnách.....	17
6.7 Odstranění dusíku v kořenových čistírnách.....	17
6.8 Odstranění fosforu v kořenových čistírnách.....	18
6.9 Odstraňování těžkých kovů v kořenových čistírnách.....	19
6.10 Odstranění mikrobiálního znečištění v kořenových čistírnách.....	19
7. Použití kořenových čistíren.....	20
7.1 Kořenové čistírny v ČR.....	20
8. Základní provozní části KČOV.....	21
8.1 Předčištění.....	21
8.2 Kořenová pole.....	21

8.3 Rozvodné systémy.....	22
9. Provoz a údržba KČOV.....	24
10. Průvodní a technická zpráva.....	25
10.1 Průvodní zpráva.....	26
10.2 Souhrnná technická zpráva.....	31
11. Závěr.....	29
12. Seznam literatury.....	60
13. Seznam obrázků, tabulek a grafů.....	61
14. Seznam příloh.....	62

Seznam zkratk

BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
BSK ₅	biologická spotřeba kyslíku
CH ₄	methan
CO ₂	oxid uhličitý
D	průměr
E _h	redox potenciál
EO	ekvivalentní obyvatel
Fe	železo, chem. prvek
HKF	horizontální kořenový filtr
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
IS	inženýrské sítě
KČOV	kořenová čistírna odpadních vod
Mn	mangan, chem. prvek
N	dusík, chem. prvek
NL	nerozpustné látky
O ₂	kyslík, chem. prvek
OP	obestavěný prostor
P	fosfor, chem. prvek
PE	polyethylen
PVC	polyvinylchlorid
Q ₂₄	průměrný denní bezdeštný průtok
Q _b	balastní vody
SHKF	struskový horizontální kořenový filtr
Zn	zinek, chem. prvek

1. Úvod

Kořenové čistírny odpadních vod (KČOV) jsou uměle budovanými mokřady, které se navrhují k přírodnímu čištění předčištěných splaškových vod. Kořenové čistírny jsou oproti stavěným betonovým čistírnám finančně výhodnější při stavbě i při údržbě a provozu, nevadí jim výkyvy v hydraulickém a látkovém zatížení odpadních vod a esteticky jsou vhodnější pro svůj přírodní vzhledem. Odpadní voda je čištěna přírodními, chemickými a biologickými procesy. Tímto systémem čištěnou vodu je možné vypouštět do recipientu (vodní tok, nádrž) nebo akumulovat a následně využít k zasakování (podzemní vody).

Počet staveb kořenových čistíren za posledních 30let stoupá a nadále probíhá výzkum a vývoj pro zlepšení jejich účinnosti (odstranění nutrientů N, P) a možnosti využití pro čištění průmyslových odpadních vod.

Návrh kořenové čistírny odpadních vod řeší lokální čištění splaškových vod z městské části Kutná Hora – Vrchlice a blízké chatové oblasti. V této lokalitě je dostatečně velká nevyužívaná plocha s možností vypouštět vyčištěné vody do recipientu řeky Vrchlice.

1.1 Cíle práce

Práce se zabývá návrhem projektu na stavbu kořenové čistírny odpadních vod pro městskou část Vrchlice, Kutná Hora.

Dílními cíly práce jsou charakteristika způsobů čištění odpadních vod v kořenové čistírně, následně výběr technologie a návrh kořenové čistírny pro vybranou lokalitu včetně její údržby.

2. Metodika

Rešeršní část práce je zaměřena na zajištění podkladů o procesech čištění, konstrukční a návrhové parametry pro kořenovou čistírnu odpadních vod pro 267 obyvatel.

Analytická část obsahuje výpočet objektů kořenové čistírny. Nejprve bylo potřeba zjistit počet obyvatel připojených na stávající veřejnou kanalizaci. Výběr lokality pro umístění kořenové čistírny byl zajištěn obchůzkou, obhlídkou místa a zaměřením dálkovým laserovým metrem stávajícího pozemku dle podkladů z katastrálních map www.nahlizenidokn.cz. Pak bylo potřeba zajistit informace o půdním profilu a hydrologii vybrané lokality geology.cz.

Na základě výběru systému čištění a technologie kořenové čistírny byl proveden výpočet dimenze objektů kořenové čistírny a jejich prostorové uspořádání. Výkresy návrhu kořenové čistírny odpadních vod Vrchlice byly zpracovány v programu AutoCad.

3. Kořenové čistírny odpadních vod

Kořenové čistírny odpadních vod se v České republice za posledních 30 let hojně využívají k čištění odpadních vod z menších obcí nebo z lokálního zdroje (hotel, rodinný dům) jako přírodě blízký systém na čištění odpadních vod. Výstavba kořenových čistíren odpadních vod pomůže do krajiny navrátit její vymizelé a poškozené prvky – mokřadů. Mokřady hrají v krajině důležitou a nenahraditelnou roli. Kořenové čistírny jsou stále se rozvíjející technologií. Ve výzkumu kořenových čistíren odpadních vod s stále hledají materiály, které zlepšují jejich čistící vlastnosti i proto, že se jedná o přírodní způsob čištění vody. Voda je životodárným prvkem v krajině, je rovněž nenahraditelná a její zdroje se vlivem činnosti člověka zmenšují a znehodnocují. A výzkum hledá technologie a zkvalitnění čištění nejen splaškových vod v kořenových čistírnách odpadních vod, ale další možnosti jejich využití pro čištění vod z průmyslu, těžby (např. čištění kejdy, kyselých důlních vod, odpadní vody z jatek, odpadní vody z výroby gumy nebo papíru a mnoho dalších) (Vymazal 1995).

Přírodní mokřady se k čištění odpadních vod využívají již mnoho let, ale nekontrolované vypouštění odpadních vod mělo za následek jejich zánik. A protože o mokřady nebyl zájem, tyto ztráty zůstaly také bez zájmu. Až po zjištění důležitosti mokřadů v krajině se začalo s budováním mokřadů umělých, které jsou určeny k čištění odpadních vod (Vymazal 1995).

Mokřady jsou primárně rozděleny dle typu vysazené vegetace na (EPA 1995):

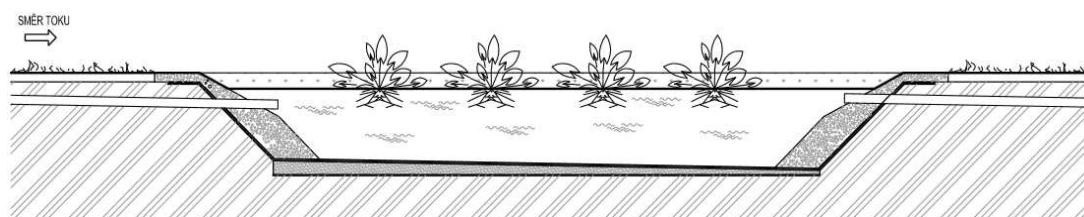
- umělé mokřady s plovoucími rostlinami
- umělé mokřady se submerzními rostlinami
- umělé mokřady s emerzními rostlinami

Nejčastěji navrhované a používané umělé mokřady s emerzními rostlinami pro KČOV se ještě dělí dle typu proudění odpadní vody na (Šálek a Tlapák 2006):

- umělé mokřady s povrchovým tokem
- umělé mokřady s podpovrchovým tokem
- umělé mokřady s vertikálním tokem

3.1 Mokřady s plovoucími rostlinami

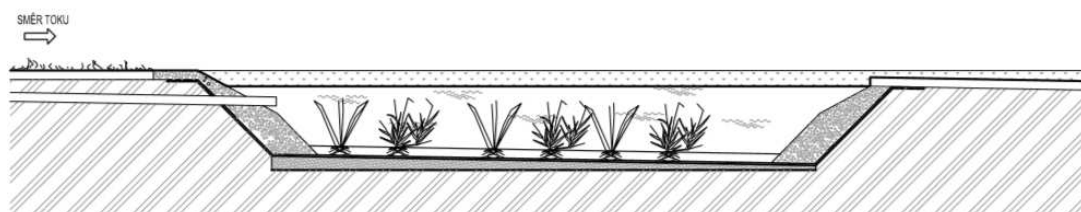
Mokřady s plovoucími rostlinami jsou nejčastěji osázeny tokozolkou vzplývavá (*Eichnomia crassisspe*) nebo rostlinami z rodu okřehkovité (*Lemna*, *Spirodeta*, *Kolffia*), viz. Obr. 1. Tokozelka vzplývavá patří mezi nejproduktivnější rostliny v přírůstku biomasy na světě a proto se používá k dočištění odpadní vody zaměřené na odstranění živin nebo pro kombinované sekundární a terciární dočištění organického a minerálního znečištění. Mokřadní systémy s tokozolkou vzplývavou snášejí velké znečištění, ideálně pracují v tropických a subtropických oblastech (Vymazal 1995).



Obr. 1 Schéma mokřadu s plovoucími rostlinami (Vymazal 1995 ex. Brixie 1993)

3.2 Mokřady se submerzními rostlinami

Mokřady se submerzními rostlinami jsou osázeny rostlinami, které mají fotosyntetické orgány zcela pod vodou, viz. Obr. 2. Mezi submerzní rostliny využívané k čištění odpadních vod patří např. šídlatka jezerní (*Isoetes lascutris*), lobelka vodní (*Lobelia dortmanna*) nebo vodní mor kanadský (*Elodea canadensis*). Submerzní rostliny přijímají živiny kořeny ze sedimentů a jsou schopny přijmout živiny i z vodního sloupce, ale mohou růst pouze v dobře okysličených vodách. Submerzní rostliny zvyšují koncentraci rozpuštěného kyslíku po odčerpání rozpuštěného anorganického uhlíku. V tomto anaerobním prostředí snáze dochází k těkání amoniaku a srážení fosforu v sedimentech (Vymazal 1995).

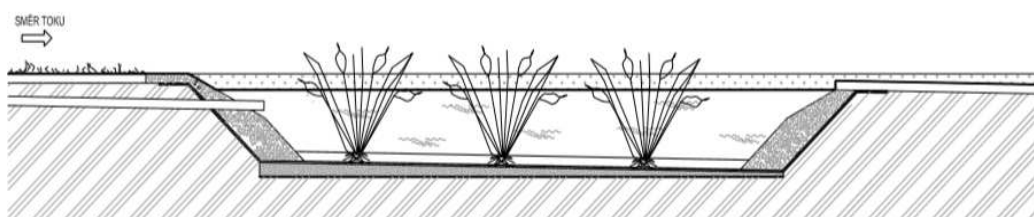


Obr. 2 Schéma mokřadu se submerzními rostlinami (Vymazal 1995 ex. Brixie 1993)

3.3 Mokřady s emerzními rostlinami

3.3.1 Umělé mokřady s povrchovým tokem

V umělých mokřadech s povrchovým tokem probíhá čištění odpadních vod průtokem vody přes hustý porost mokřadních rostlin, které rostou na málo propustném substrátu, viz. Obr. 3. K odstranění znečištění dochází činností mikroorganismů na ponořených a rozkládajících se částech rostlin. Vysokou účinnost mají při čištění organických (BSK_5 a CHSK až 90% účinnost) a nerozpuštěných látek. Odstraňování fosforu a dusíku je vzhledem k malému kontaktu vody s půdou nižší než za suchozemských podmínek (Vymazal 1995, Vymazal 2004).



Obr. 3 Schéma mokřadu s povrchovým tokem (Vymazal 1995 ex. Brixe 1993)

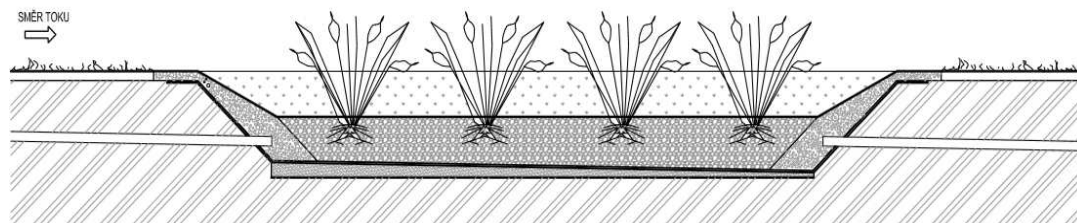
Biochemická spotřeba kyslíku (BSK) je množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy při biochemických pochodech, které rozkládají organické látky ve vodě při aerobních podmínkách. Hodnota BSK slouží k nepřímému stanovení organických látek, které podléhají biochemickému rozkladu v aerobních podmínkách. Nejvíce používanou metodou je standardizovaná, tzv. zřed'ovací metoda pro stanovení pětidenní BSK (BSK_5) (Vymazal 1995 ex. Horáková a kol. 1986).

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) určuje množství kyslíku, které se za přesně vymezených empirických podmínek spotřebuje na oxidaci organických látek ve vodě silným oxidačním činidlem. Hodnota CHSK je mírou celkového obsahu organických látek ve vodě (nepřímé skupinové stanovení) (Vymazal 1995 ex. Horáková a kol. 1986).

3.3.2 Umělé mokřady s podpovrchovým horizontálním tokem

V umělých mokřadech s podpovrchovým tokem probíhá čištění odpadních vod horizontálním průtokem odpadní vody propustným filtračním ložem, které je osázeno rostlinami, viz. Obr 4. Filtrační lože musí být dostatečně propustné, nesmí docházet k jeho ucpání. Při průtoku odpadní vody filtračním ložem dochází k odstranění organických a nerozpuštěných látek a mikrobiálního znečištění.

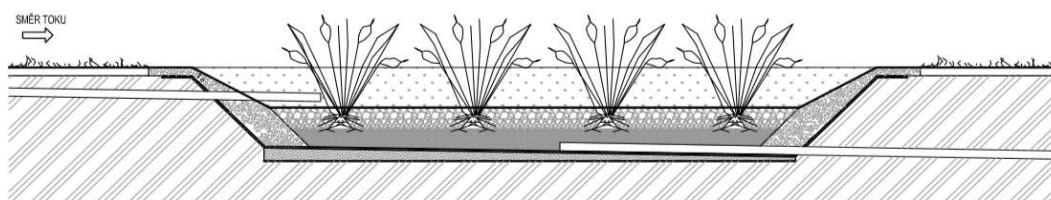
Odstraňování fosforu a dusíku je v těchto mokřadech nižší, protože tyto mokřady nejsou primárně navrženy na jejich odstranění. Pro tyto mokřady se používá označení „kořenová čistírna“ (Vymazal 1995).



Obr. 4 Schéma mokřadu s podpovrchovým horizontálním tokem (Vymazal 1995 ex. Brixe 1993)

3.3.3 Umělé mokřady s vertikálním podpovrchovým tokem

V mokřadech s vertikálním podpovrchovým tokem probíhá čištění odpadních vod přerušovaným přívodem odpadní vody na povrch filtračního lože, které je osázeno mokřadními rostlinami, viz. Obr. 5. Odpadní voda prosakuje vrstvami filtračního lože a na dně kořenového filtru je odváděno drenážním potrubím. Tento systém čištění je obdobou zemní filtrace. Systém mokřadu s vertikálním podpovrchovým tokem se navrhuje z několika paralelně zapojených filtračních polí. Střídáním sucha a zaplavením filtračního pole umělého mokřadu s vertikálním podpovrchovým tokem vzniká střídání oxidačních a redukčních podmínek, které jsou vhodné pro nitrifikaci a denitrifikaci a adsorpci fosforu. Účinnost čištění systému s vertikálním podpovrchovým tokem je dost vysoká a zabírá menší plochy ($1,00\text{m}^2/1\text{EO}$). Z výzkumu bylo doporučeno používat tento systém v kombinaci s podpovrchovým horizontálním tokem, aby došlo k prodloužení doby zdržení (Vymazal 1995).



Obr. 5 Schéma mokřadu s vertikálním podpovrchovým tokem (Vymazal 1995 ex. Brixe 1993)

4. Základní procesy hlavních nutrientů v kořenové čistírně

V kořenových čistírnách převládají anaerobní a redukční podmínky, které vznikají zatopením vodou, čímž se izoluje kořenové pole od atmosférického kyslíku. Difúze kyslíku do vody v zatopené půdě je až $3 \cdot 10^6$ pomalejší. Redukovaná podpovrchová vrstva je modrošedé barvy a má nízké hodnoty redox potenciálu (E_h) s obsahem redukčních produktů (amoniak, oxid dusný, železité a manganaté soli). Produkty, které vznikají anaerobní dekompozicí, jsou organické sloučeniny např. aldehydy, alkoholy, organické kyseliny a thioalkoholy. Kyslík v půdě je spotřebován mikrobiální respirací a chemickou oxidací a proto anaerobní mikroorganismy využívají náhradní sloučeniny jako akceptor elektronů při dýchání. Dusičnany jsou první sloučeninou, která je redukována na dusitany a tato redukce může probíhat ještě před spotřebováním kyslíku. Následují redukce železitých iontů na železnaté, síranů na sulfidy a redukce oxidu uhličitého na methan (Vymazal 1995).

4.1 Koloběh uhlíku v mokřadu

Na základě výzkumu v minulých letech bylo zjištěno, že mokřady jsou velmi důležitým regulačním prvkem oxidu uhličitého CO_2 v krajině a důležitou zásobárnou uhlíku. Mokřady v mírných pásech, nejsou-li narušovány např. odvodněním pro zemědělskou půdu, pojmu 0,12 až $0,20 \cdot 10^9$ t C/rok. Při snížení vodní hladiny se urychlí rozklad organické hmoty, zvýší se únik CO_2 do atmosféry a jsou odhaleny zásoby methanu (CH_4). S koloběhem uhlíku je spojen i koloběh síry. Bakterie redukující síran potřebují organický substrát jako zdroj energie a touto fermentací vznikají nízkomolekulární organické sloučeniny látky, např. kyselina mléčná (Vymazal 1995).

Obsah oxidu uhličitého je o 20% vyšší v zatopených půdách a mokřadních rostlinách než v suchozemských podmínkách. Přestože je produkováno více CO_2 než O_2 , jeho produkce je nižší než v odvodněných půdách. Oxid uhličitý je ze zatopených půd redukován na methan a je přenášen do atmosféry půdou nebo rostlinami. Difúze CO_2 ze zatopených půd je málo efektivní a na povrch se dostává v podobě bublin spolu s methanem (Vymazal 1995).

Produkce methanu v mokřadním prostředí vzniká za velmi nízkého redox potenciálu methanogeními bakteriemi. Dostane-li se methan do oxické zóny je zde oxidován methanotrofními bakteriemi na CO_2 . Přítomnost rostlin podporuje

methanogenezi a zvyšuje oxidaci v prostoru kořenové zóny. Do atmosféry se dostane přibližně 23% vzniklého methanu (Vymazal 1995).

4.2 Koloběh dusíku v mokřadu

Hlavní zásoba organického dusíku (NO_2 , NO) se tvoří v sedimentech a v rostlinách a anorganického dusíku (dominantní NH_3 , NO_3^- , NO_2^-) se tvoří v sedimentech. Koncentrace dusíku se v mokřadních půdách pohybuje v průměru $1,6 \text{ g N/m}^2\text{rok}$ a koncentrace v rostlinách hodně kolísá a liší se dle vysázených rostlin, např. emerzní rostliny až $263 \text{ g N/m}^2\text{rok}$, plovoucí rostliny až $11 \text{ g N/m}^2\text{rok}$. Amonifikace je proces přeměny organického dusíku na anorganický. Podíl amonifikace na přeměně dusíku v mokřadních půdách je malý, protože aerobní zóna je pouze tenkou vrchní vrstvou. Její rychlost závisí na teplotě, pH, poměru C:N, na živinách a půdních podmínkách. Mineralizace organického dusíku na NH_4^+ poskytuje dusík rostlinám. Amoniak se pohybuje po celém vodním sloupci a jedna jeho část je adsorbována kationtovým výměnným komplexem a druhá část je v rovnováze v půdním roztoku. Fyzikálně chemický proces tékání amoniaku je znám jako rovnováha mezi plynou a akvatickou formou. Rychlost tékání amoniaku je ovlivněna koncentrací amoniaku ve vodě, teplotou, větrem, slunečním zářením a druhem vysázených rostlin (Vymazal 1995 ex. Reddy a Patrick 1984).

Organický dusík v mokřadním prostředí mineralizuje na amonný, ten bakterie oxidují na dusičnanový a ten se denitrifikuje v anaerobním prostředí na plynný dusík (Vymazal 1995).

Nitrifikace je biologickou oxidací amoniaku, která probíhá ve dvou fázích na dusitany a na dusičnany. K nitrifikaci dochází na povrchu půdy a v blízkosti kořenové zóny, protože nitrifikační bakterie získávají energii z oxidace amoniakálního dusíku nebo dusitanového dusíku (Vymazal 1995).

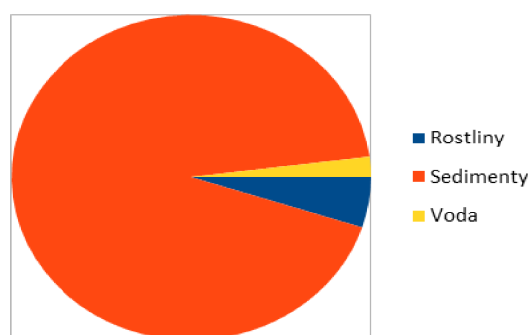
Denitrifikace je anaerobní biologický proces, který nastává po odčerpání kyslíku a redukuje dusičnany na dusík a amoniak, plynné formy dusíku. Procesu se účastní nitrát redukující bakterie a nitrát amonifikační bakterie vytváří koncový produkt NH_4^+ . Denitrifikace stejně jako nitrifikace může začít ještě před odčerpáním kyslíku a probíhá ve vrchní části půdy, na rozkládající se vegetaci (místo s velkou koncentrací dusitanů a dusičnanů. Proces denitrifikace je ovlivňován mnoha faktory:

teplotou, pH, E_h , přítomností C, nepřítomností O_2 , přítomností vody a typem mikroflory. Biologická fixace dusíku v mokřadu nastává v půdě, ve vodě, aerobních a anaerobních vrstvách, kořenech, stoncích a listech rostlin. Fixace dusíku je negativně ovlivňována koncentrací anorganického O_2 , slabým slunečním zářením, vysokou koncentrací O_2 , vysokým E_h , vysokým nebo nízkým pH. V kořenové zóně je dusík fixován organismy a rostlinami (Chudoba a kol. 1991).

4.3 Koloběh fosforu v mokřadu

Fosfor se v mokřadních podmínkách nevyskytuje v oxidované formě (velká nestálost) a lehce oxiduje i v silně redukovaných vodách. V koloběhu fosforu není změna valence během biotické asimilace anorganického fosforu a během dekompozice organického fosforu mikroorganismy. V mokřadních půdách se vyskytuje často v oxidované formě $5+$, ostatní nižší oxidační stupně jsou nestálé a snadno oxidují na PO_4^{3-} (Vymazal 1995 ex. Lindsay 1979).

Zásobárna fosforu se tvoří z převážné většiny v sedimentech a půdě, viz. Graf 1, ale tvoří se zde menší zásoby než v suchozemských ekosystémech. Sedimenty a rozkládající se vegetace tvoří téměř celou zásobárnu organického fosforu. Fáze přeměny anorganického fosforu a jeho fixace je ovlivňována E_h , pH, Fe, Al a Ca minerálů, organometalovými komplexi a jílovitými minerály (Vymazal 1995).



Graf 1. Poměr zastoupení ukládání fosforu v mokřadu (Vymazal 1995 ex. Verhoeven 1986)

V kyselých půdách se sráží na nerozpustné fosforečnany železa a hliníku. V zásaditých podmínkách ($pH > 7$) probíhá převládající srážená fosforečnanu vápenatého. V organických půdách je adsorbce P v přímém vztahu k přítomnosti minerálů Fe, Al a Ca a je tedy nižší než v minerálních půdách. Při nízkých koncentracích je ukládání fosforu kontrolována mikroorganismy a sedimenty (Šálek a Tlapák 2006).

Důležitým pro odstraňování fosforu je redox potenciál iontů železa a komplex Fe-P. Jde o špatně krystalizující sloučeninu, která je stálá při oxických podmínkách, ale uvolňuje adsorbovaný P v případě redukce Fe_3^+ na Fe_2^+ v mokřadním prostředí. Další důležitou podmínkou je kapacita sedimentů, kdy je P uvolňován do vody nebo je naopak fixován (redukce sedimentů – vyšší koncentrace P, oxidace sedimentů – nižší koncentrace P). V anaerobních podmínkách je uvolněno difúzí 10x více fosforu než v aerobních podmínkách (Vymazal 1995).

U emerzních rostlin je příjem P z vody velmi malý, protože hlavním zdrojem jsou živiny z půdy, malý obsah fosforu je i v mokřadních organizmech, i když v jeho cyklu hrají důležitou roli. Po odumření rostlin je rozkládající se vegetace velkým zdrojem živin. Mokřadní rostliny přeměňují anorganický fosfor na organický. Zásobárny fosforu, tj. sedimenty a rostliny, jsou zásobárnou omezenou a dojde-li k jejímu naplnění, jako zásobárna P sloužit nemohou. Efektivita ukládání může být velmi silně ovlivněna fyzikálními faktory (rychlost proudění vody, pohyb vodní hladiny, doba zdržení splaškových vod ve filtračním poli). Koncentrace fosforu v mokřadu se pohybuje v rozmezí 0,001mg P/g filtrační náplně, na jednotku plochy průměrně 16g P/m² (Šálek a Tlapák 2006).

5. Mokřadní rostliny v kořenových čistírnách odpadních vod

Úloha mokřadních rostlin v kořenové čistírně je zásadní a nezastupitelná. Rostliny neslouží k odčerpávání látek, jejich kořeny slouží k udržení mikroorganismů, které přivádějí kyslík do kořenové zóny, a slouží jako izolace kořenového pole. V kořenové zóně převládají aerobní děje, protože kyslík se drží pouze v blízkosti kořenové zóny rostlin. Aerobní děje v blízkosti kořenové zóny odlišují kořenovou čistírnu (mokřad) od zamokřené půdy. I když pozorování nepotvrdila zvýšení aerobní činnosti v prostorech po odumřelých kořenech a oddencích. Mokřadní rostliny mají anatomické, morfologické a fyziologické adaptace, díky nimž rostou v mokřadní prostředí. Pro zaplavení, nedostatek kyslíku v kořenové zóně a chemickou redukci půdy jsou rostliny vybaveny většími listy nad hladinou, oddenky, většími a rozšířenými vzdušnými výhonky, zesílením stonku v místě hydrostatického tlaku, mají větší vzdušné pletivo a vegetativní reprodukční orgány (kořeny, stonky, listy) (Vymazal 2004).

Kromě přísunu kyslíku do kořenové zóny má rostlinná vegetace i další funkce:

a) prostor pro růst bakterií: počet bakterií v kořenové zóně je větší než na štěrku (u rákosu obecného a orobince úzkolistého až 3x více)

b) zateplení povrchu: v chladných oblastech a v zimním období nesklízená vegetace vytváří izolační vrstvu, kosení rostlin v průběhu vegetace se z důvodu zachování funkčnosti rostlin nedoporučuje

c) zásobárna uhlíku: uhlík je potřebný pro denitrifikační děje

d) kořeny vylučují látky (např. alkaloidy), které mají baktericidní účinky, kořeny rostlin redukují bakterie *Escherichia coli* až o 90% (rákos obecný, skřípílec jezerní)

e) v případě zvýšeného průtoku kořenovým polem, kdy je filtrační pole nasyceno a vzniká povrchový odtok, pracují rostliny jako systém mokřadu s povrchovým tokem

f) estetická funkce: používané mokřadní rostliny jsou estetičtější než plevel a mají přirozenější vzhled v krajině než betonové objekty (Šálek a Tlapák 2006).

Kořenovou čistírnu lze osázet mnoha druhy mokřadních rostlin. V praxi se však používá z funkčního hlediska pouze několik vybraných druhů. Použité druhy

rostlin se liší dle systému kořenové čistírny odpadních vod i dle zeměpisné polohy (Vymazal 1995).

Rákos obecný (*Phragmites australis*) je vytrvalou travinou dorůstající výšky až 4,00m. Rákos obecný zakořeňuje mohutným oddenkem a je nejproduktivnější, intenzivně se rozmnožující mokřadní bylinou. Rákos obecný je tolerantní k změnám teploty, pH, organickému i anorganickému znečištění (BSK5 až 2000mg/litr a dusík až 350mg/litr, Vymazal 1990). Nesnáší pravidelné kosení a roste převážně v nížinách téměř po celém světě (Vymazal 1995).

Chrastice (lesknice) rákosovitá (*Phalaris arundinacea*) je vytrvalou bylinou dorůstající výšky až 3,00m. Její kořenový systém se skládá z oddenků a prorůstá do hloubky max. 0,30m. Chrastice rákosovitá se rychle množí, je tolerantní k změnám teplot a znečištění, změny v pH prostředí má limitovány. Roste v nížinách Evropy, západní Asie a v Severní Americe (Straková a kol. 2007).

Zblochan vodní (*Glyceria maxima*) je mohutnou trávou dorůstající výšky až 3,00m. Zakořeňuje oddenky, snáší dobře zaplavení a dobře snáší chlad (při mírných zimách nemusí docházet k přerušení vegetace). Zblochan vodní roste v nížinách Evropy, západní Asie a v Severní Americe (Straková a kol. 2007).

Orobinec úzkolistý (*Typha angustifolia*) a orobinec širokolistý (*Typha latifolia*) jsou trvalé traviny dorůstající výšky až 4,00m. Orobince mají mělké kořeny a oddenky, ale silně horizontálně uložené (hloubka lože do 0,40m). Orobince jsou agresivní rostliny a jsou dominantní v konkurenčním boji o území, rychle se rozmnožují a mají velký přírůst biomasy. Jsou velice tolerantní a vhodnější do kyselých vod. Orobince se vyskytují téměř po celém světě (Straková a kol. 2007).

Skřípinec jezerní (*Scirpus lacustris*) je travinou dorůstající výšky 3,50m. Zakořeňuje oddenky s hustou sítí kořenů, které prorůstají hloubky až 1,00m, dobře snáší zaplavení a je tolerantní vůči změnám pH. Skřípinec jezerní roste téměř po celém světě (Straková a kol. 2007).

druh rákosin	sušina (g/ m ²)	obsah sušiny (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
rákos obecný	2960	2,80	0,28	1,70	0,29	0,17
orobíneček úzkolistý	4000	1,8	0,38	1,97	0,73	0,18
orobíneček širokolistý	3600	1,90	0,32	1,50	0,52	0,18
zevar vzpřímený	1880	2,60	0,48	4,10	1,23	0,29
puškovec obecný	1250	3,10	0,47	3,70	0,85	0,48
skřípíneček jezerní	4200	1,70	0,41	2,00	0,23	0,15
zblochan vodní	2960	1,80	0,30	2,30	0,19	0,13
kamyšník přímořský	870	1,90	0,35	2,70	0,63	0,60

Tab. 1. Hmotnost sušiny a akumulace živin rákosin v mokřadech ČR (Šálek a Tlapák 2006 ex. Véber a Zahradník 1986)

U malých domovních čistíren se vysazují více dekorativní rostliny jako kosatec žlutý (*Iris pseudocorus*), šmel okličnatý (*Butomus umbellatus*) a puškovec obecný (*Acorus calamus*) (Vymazal 1995).

Rostliny je doporučeno nekosit v průběhu sezóny, protože např. rákos kosení špatně snáší. Mokřadní vegetace se mohou kosit až na konci vegetačního období, kdy se z nich na zimu stává izolace pro kořenové pole a následně jsou zdrojem uhlíku pro denitrifikaci. Živiny z biomasy tvoří jen malou část z odstraňovaného množství odpadních látek viz. Tab. 1. Většina kořenových čistíren odpadních vod se však nekosit, protože jsou osázeny právě rákosem. Na kosení rostlin není doporučeno použít mechanizaci, která by svým pojezdem ztuhlila filtrační náplň. Za plevele se považují všechny ostatní rostliny, jejichž růst je nutno potlačit. Zamezit růstu plevelů lze prostým vytrháním nebo zvýšením hladiny v kořenovém poli. Většina rostlin vysazovaných v kořenových čistírnách sama zvládne potlačit svým růstem plevele, pokud se samy dostatečně dobře uchyť (rákos obecný, zblochan vodní, lesknice rákosovitá). Plevely se převážně vyskytují v krajích kořenového pole a jedná se o druhy rostlin, které jsou schopné růstu v znečištěném a zaplaveném prostředí. Mezi tyto plevele patří šťovíky, lebedy, vrbovky, kopřivy a psinečky (Šálek a Tlapák 2006).

Rostliny je možné vysazovat či množit za použití trsů, které se odebírají přímo z přirozených stanovišť. Může se využít množení oddenky rostlin, které se odebírají s min. 2 očky a nechají se zakořenit v připravených květináčích. Metoda oddenků se začala používat v Anglii a je vhodná především pro rákos, který však

touto metodou roste pomaleji. Stonkové řízky jsou další možností množení rostlin a odebírají se z rostlin na jaře. Stonkové řízky jsou tvořeny částí stonku s min. 3 očky a nechávají se zakořenit v připravených květináčích. Semenáče se pěstují v provlhčené půdě ze semen sbíraných na podzim. Vysazují se na jaře, když má rostlinka cca 10cm, jsou přesazeny do květináče, odkud se přesazují na stanoviště. Metoda semenáčů je nejčastěji používanou a je tak možné dosáhnout rovnoměrného rozmístění rostlin v kořenovém filtru. Semenáče se vysazují v hustotě min. 4kusy/m² i se zemním balem při snížené hladině. Semenáče by se neměly vysazovat s velkým trsem zeminy, který může obsahovat mnoho různých plevelů a rovněž by se neměly dohnojovat (Vymazal 1995).

6. Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách odpadních vod

V kořenových čistírnách protéká odpadní voda filtračním polem, které je z propustného štěrku a osázené mokřadními rostlinami. Při průtoku vody filtračním polem jsou nečistoty odstraňovány fyzikálně, chemicky a biologicky, viz. Tab.2.

6.1 Zatížení organickým znečištěním

Výpočet maximálního organického znečištění (BSK_5) vychází z toho, že všechny organické látky budou aerobně oxidovány kyslíkem při přenosu mokřadními rostlinami, ale ve filtračním poli dochází k anaerobním dějům a tento výpočet pozbývá význam (např. pro rákos je transfer $12 \text{ g O/m}^2 \cdot \text{d}$ při maximálním znečištění $80 \text{ kg BSK}_5/\text{hod}$). Vypočtené hodnoty se liší a pohybují se v rozmezí $58\text{-}180 \text{ BSK}_5/\text{ha} \cdot \text{den}$. V Anglii se pro návrh KČOV používá empiricky stanovená plocha $5 \text{ m}^2/1\text{EO}$, což odpovídá znečištění $80\text{-}120 \text{ kg BSK}_5/\text{ha} \cdot \text{den}$ (Vymazal 1995, Vymazal 2004).

6.2 Hydraulické zatížení odpadními vodami

Evropské směrnice neobsahují údaje o hydraulickém zatížení kořenové čistírny, ale s použitím hodnot $200 \text{ litrů}/1\text{EO}$ a $5 \text{ m}^2/1\text{EO}$ vychází hydraulické zatížení $4 \text{ cm}/\text{den}$. Hodnoty hydraulického zatížení se liší dle autorů, např. jsou uváděny maximální hodnoty hydraulického zatížení $6\text{-}8 \text{ cm}$, ale i hodnoty v rozmezí $2\text{-}24 \text{ cm}/\text{den}$ (Vymazal 1995).

6.3 Účinnost čištění odpadních vod

Účinnost kořenové čistírny odpadních vod je hodnocena dle dosažených hodnot koncentrací nerozpustných látek na přítoku a odtoku bez dosažené účinnosti vyjádřené v %. Naopak v České republice se hodnotí účinnost kořenových čistíren dle stupně odstranění látek v %. Tyto hodnoty ale nevypovídají o koncentraci na přítoku a odtoku. Do kořenové čistírny přitéká odpadní voda zředěná dešťovými a závislost čistícího efektu vyjádřená v % na kvalitě přitékající odpadní vody je hyperbolická. Vždy je nutné klást důraz na kvalitu vody vyčištěné (Vymazal 1995).

6.4 Procesy podílející se na odstraňování znečištění v kořenových čistírnách

Mechanismus	Účinek	Odstraňované látky	Způsob odstraňování látky
Fyzikální sedimentace	P	UNL	gravitační usazování
filtrace	S V S	KL BSK, N, P, TK, TROL, B+V UNL, KL	mechanická filtrace při průchodu odp. vody zeminou a kořeny
adsorpce	S	KL	van der Waalsovy síly
těkání	S	N	těkání NH ₃ z odpadní vody
Chemické srážení	P	P, TK	srážení nerozpustných sloučenin
adsorpce	P	P, TK	adsorpce na povrchu zemního materiálu a rostlin
rozklad	S P	TROL TROL, B+V	rozklad a změny méně stabilních látek působením UV záření, oxidace a redukce
Biologické bakteriální metabolismus	P	KL, BSK, N, TROL	odstraňování uvedených látek suspendovanými, bentickými a epifytickými baktériemi, bakteriální nitrifikace / denitrifikace
rostlinný metabolismus	S	TROL, B+V	příjem a využití organických látek rostlinami, exkrety kořenů mohou být toxické pro organismy enterického původu
rostlinná absorpce přirozený	S	N, P, TK, TROL	a určitých podmínek jsou významná množství těchto látek přijímána rostlinami
úhyn	P	B+V	přirozený úhyn organismů v nevhodných podmínkách

Tab 2. Procesy podílející se na odstraňování znečištění v kořenových čistírnách (Vymazal, 1995), P – primární, S – sekundární, V – vedlejší, UNL – usaditelné nerozpustné látky, KL – koloidní látky, TK – těžké kovy, TROL – těžce rozložitelné organické látky, B+V – bakterie a viry, N – dusík, P – fosfor

6.5 Odstraňování organických látek v kořenových čistírnách

Organické látky jsou odstraňovány sedimentací a filtrací usazovatelných látek a větší část je odstraněna mikrobiálním rozkladem. K odstraňování většiny organického znečištění dochází v přední části kořenového pole, doba zdržení a poměr stran kořenového pole účinnost odstranění neovlivňují. Zachycení a odstranění látek v poli je 2krát vyšší při osázení pole rostlinami než ve filtru bez vegetace (Tanner, 1994). Z měření provedených na kořenových čistírnách v Dánsku byla naměřena průměrná účinnost kořenových čistíren 80,30% v ČR byly naměřeny hodnoty 86%, viz Tab. 3. Na základě výsledků z měření na kořenových čistírnách v našich podmínkách byl v 90. letech 20. stol. pro BSK₅ na přítoku a odtoku stanovena rovnice pro výpočet odstranění organických látek (Vymazal 1995):

$$C = 0,09 * C_0 + 1,95 \quad (1)$$

kde

C_o průměrná denní koncentrace BSK5 na přítékající vodě (mg/l)

C průměrná denní koncentrace BSK5 na odtékající vodě (mg/l)

Vzhledem k této účinnosti se kořenové čistírny používají na dočištění odpadních vod pro odstranění organických látek (Vymazal 1995).

6.6 Odstraňování nerozpuštěných látek v kořenových čistírnách

Nerozpuštěné látky jsou v kořenových čistírnách odpadních vod efektivně odstraněny sedimentací a filtrací v kořenovém poli. Z důvodu nerozpuštěných látek je nutné používat dlouhou nátokovou hranu a hrubé kamenivo, aby nedocházelo k ucpaní systému a voda byla rovnoměrně rozváděna (Vymazal 1995).

Z měření bylo zjištěno, že množství nerozpuštěných látek je přibližně 0,20g na 100,00g šterku a vztah mezi množstvím látek na přítoku a odtoku je lineární. Účinnost kořenových polí se po odstranění nerozpuštěných látek pohybuje v rozmezí 70-85% a vyjadřuje se rovnicí (Vymazal 1995):

$$C = 0,07 * C_o + 4,88 \quad (2)$$

kde

C_o průměrná denní koncentrace NL na přítékající vodě (mg/l)

C průměrná denní koncentrace NL na odtékající vodě (mg/l)

6.7 Odstranění dusíku v kořenových čistírnách

Je-li kořenová čistírna dimenzována dle empirického vzorce $5m^2/1EO$, její účinnost při odstraňování dusíku je menší, v rozmezí 30-60%, viz. Tab. 3. Aby bylo dosaženo na odtoku požadované hodnoty minimálně 8mg N/litr musí být plocha dimenzována 15,00 až 30,00m²/1EO. Pro kořenové čistírny v ČR je výpočet odstraňování dusíku vyjádřen rovnicí (Vymazal 1995):

$$C = 0,31 * C_o + 9,55 \quad (3)$$

kde

C_o průměrná denní koncentrace N na přítékající vodě (mg/l)

C průměrná denní koncentrace N na odtékající vodě (mg/l)

Účinnost odstranění dusíku je možné vypočítat rovnicí vztahující se k ploše filtračních polí. Hlavní příčinou nízké účinnosti při odstraňování dusíku je nedostatek kyslíku v kořenovém poli a tím i nízký výskyt nitrifikačních bakterií, které se vyskytují pouze v blízkosti kořenů mokřadních rostlin (Vymazal 1995).

Množství amoniaku na odtoku tedy může být vyšší, protože nitrifikační bakterie jsou limitovány nedostatečnou nitrifikací, která probíhá i v zimě. Náročnou metodou zlepšení nitrifikace může být umělé provzdušňování kořenového pole. Odstranění amoniakálního dusíku lze zvýšit přísunem O₂, čehož se dosáhne střídavým zatopením a prázdněním filtračního pole (Mlejnská a Rozkošný 2016).

Sklízení rostlinné biomasy a její následný rozklad mohou výrazně snížit poměr C:N, který má za následek snížení denitrifikace. Větších hodnot dosahuje nitrifikace v kořenové čistírně s vertikálním průtokem s přerušovaným průtokem, který umožňuje větší difúzi vzdušného kyslíku do vody. Z pozorování a měření bylo zjištěno, že podíl dusíku v rostlinách tvoří velmi malou část odstraňovaného dusíku (max. 16%) (Křiška a Němcová 2016).

6.8 Odstranění fosforu v kořenových čistírnách

Fosfor je v KČOV zachycován fyzikálněchemickými procesy a k jeho největší koncentraci dochází ve filtračním poli. Aby bylo odstranění fosforu účinné, je zde zapotřebí interakcí redox potenciálu, pH, prvků Fe, Al a Ca, které jsou však ve většině šterkopísků nedostatečně zastoupeny. Jako filtrační náplň je nutno použít šterky vápencové, strusky nebo jiné důlní hlušiny. V případě vypouštění čištěných vod do recipientu, používá se za filtračními poli se šterkopískovou náplní ještě jedno pole se struskovou náplní. Před použitím strusky nebo důlní hlušiny jako filtrační náplně je potřeba tuto zkontrolovat, zda neobsahuje jiné nežádoucí látky, např. těžké kovy (Vymazal 1995).

Fosfor se zadržuje v kořenovém poli sorpcí a srážením a proto bude docházet ke snižování účinnosti během provozu. Pokud je kořenová čistírna navržena speciálně pro odstraňování fosforu, musí se filtrační náplň měnit častěji nebo je nutno navrhnout filtrační pole o větší ploše. Na základě měření v Dánsku se pro koncentraci fosforu 1,5mg/litr navrhuje kořenové čistírny na 40-70m²/1EO. Dle výsledků z KČOV v ČR se pro odstranění fosforu používá navržená rovnice (Vymazal 1995):

$$C = 0,21 * C_o + 1,27 \quad (4)$$

kde

C_o průměrná denní koncentrace P na přítékající vodě (mg/l)

C průměrná denní koncentrace P na odtékající vodě (mg/l)

Účinnost odstranění fosforu v kořenové čistírně se pohybuje v rozmezí 30-50%, viz. Tab. 3, v případě použití filtrační náplně s obsahem strusky je účinnost vyšší (kořenová čistírna v Othfresenu s náplní Al substrátem s účinností 96%). V České republice je v KČOV Doksy filtrační náplň z písku a drcené škváry a s touto náplní dosahuje účinnost min. 86% a koncentraci fosforu na odtoku 1,4mg/litr (Vymazal 1995).

6.9 Odstraňování těžkých kovů v kořenových čistírnách

Procesy probíhající v kořenové čistírně mají velký potenciál k odstraňování těžkých kovů ze splaškových vod. Těžké kovy jsou odstraňovány z vod adsorpcí a srážením, které je přirozeným metabolickým procesem zvyšujícím pH. U prvků Cu, Zn a Cd dosahují kořenové čistírny účinnosti v rozmezí 97-99%. Data o přechodu těžkých kovů a jejich obsahu v rostlinách v kořenovém poli je zatím velmi málo. Byl prokázán nerovnoměrný obsah Zn v orobinci širokolistém (nejvíce v kořenech, méně v oddencích, nejméně ve stonku). Podobný obsah těžkých kovů byl nalezen v rákosu obecném. Z výzkumu však jednoznačně vyšel nejvyšší obsah těžkých kovů ve filtrační náplni, kde se Fe a Mn drží u kořenů rostlin. Zde dochází k difúzi kyslíku z kořenů a vzniká zde vysoký redox potenciál, který zde sráží železo ve formě komplexních oxohydrátů. Tyto komplexi následně brání prostupnosti těžkých kovů ke kořenům (Vymazal 1995).

6.10 Odstranění mikrobiálního znečištění v kořenových čistírnách

Odstranění mikrobiálního znečištění v KČOV pobíhá sedimentací, UV zářením, chemickými reakcemi a přirozeným úhynem (i virů). Odstraňování koliformních zárodků klesá lineárně v podélném profilu kořenového filtru a jeho účinnost je téměř 99,9%. I odstraňování virů je v kořenové čistírně vyšší než v ostatních čistírnách odpadních vod (Šálek a Tlapák 2006).

Průměrná účinnost čištění vegetačních ČOV pouze s HKF dle ČSN 75 6402		Průměrná účinnost čištění vegetačních ČOV pouze s HKF dle skutečných měření v ČR	
BSK5	65-95%	BSK5	cca 86%
CHSKCR	70-90%	CHSKCR	cca 76%
NL	85-95%	NL	cca 85%
N-NH4	10-15%	N-NH4	cca 34%
P-celk	5-25%	P-celk	cca 40%

Tab. 3 Průměrné účinnosti HKF

POZN.: Průměrná účinnost čištění vegetačních ČOV pouze s HKF dle skutečných měření v ČR P-celk s použitím SHKF až 95%

7. Použití kořenových čistíren

KČOV jsou nejvíce navrhovány pro čištění splaškových vod z jednotné kanalizace, tzn. včetně dešťových vod. V oblasti čištění průsaků ze skládek se používají kořenové čistírny v USA a Německu k čištění nerovnoměrně znečištěných anoxických vod s vysokou hodnotou BSK₅, vysokým obsahem organického C, vysokým obsahem N, Cl, Fe, Mn a fenolů a minimální hodnotou P. Kořenové čistírny se používají pro dočištění odpadních vod z výroby papíru pro odstranění nerozpuštěných látek a amoniakálního dusíku. Na Novém Zélandu se kořenové čistírny začaly používat k čištění vod z jatek, které obsahují vysokou koncentraci N, P a vysokým obsahem organických látek (dle BSK₅). V Dánsku a v Kačici (okr. Kladno, ČR, firma v likvidaci) byly kořenové čistírny používány k dočištění odpadních vod z mlékárny. Dešťové splachy z komunikací a dálnic jsou čištěny v kořenových čistírnách s lapákem písku. Pro vody z lokálního znečištění ze zemědělství (výběhy zvířat), které jsou koncentrované organickými látkami, N a P, jsou čištěny v kořenových čistírnách osázených rákosem, který je odolný vysokým koncentracím organického znečištění (BSK₅ i 2 500mg/litr). Často se kořenové čistírny používají k čištění důlních vod. Kořenové čistírny se uplatňují při čištění odpadních vod s obsahem ropných látek (rafinérie i myčky aut), které jsou osázeny rákosem (Vymazal 1995).

7.1 Kořenové čistírny odpadních vod v ČR

S využíváním kořenových čistíren se v ČR začalo až v 90. letech 20. stol. První experimentální kořenová čistírna vznikla v pražské ÚČOV a byla a ni čištěna zředěná slepičí kejda. První celoprovozní kořenová čistírna byla vybudována v Jílovém u Prahy. Jako filtrační náplň této kořenové čistírny byla porézní zemina s vrstvou ornice, na kterou se vyvážely septiky a žumpy z obce Jílové. V roce 1991 přibýly ještě další tři kořenové čistírny v Kačici u Slaného, v Ondřejově a v Horní Černé studnici (Jizerské hory). Od roku 1991 dochází na našem k nárůstu návrhů a staveb kořenových čistíren odpadních vod. V současné době je v ČR v provozu více než 160 KČOV pro čištění splaškových odpadních vod, z toho 6 se používá k dočištění odpadních vod a 8 pro čištění jiných odpadních vod (Vymazal 1995, Vymazal 2004).

8. Základní provozní části KČOV

8.1 Předčištění

Mechanické předčištění je nutné pro správnou funkci kořenové čistírny, která na rozdíl od ostatních čistíren odpadních vod, není závislá na koncentraci odpadních vod. Jako mechanické předčištění lze použít septik (doporučeno do 50EO), který může být ještě vybaven anaerobní komorou. Pro velké kořenové čistírny se používají česle a šterbinové nádrže. Při návrhu šterbinové nádrže je nutné počítat s vyklížením kalu, proto se více upřednostňuje odvodňování kalu přímo v kořenovém filtru. Jsou-li na kořenovou čistírnu přiváděny i dešťové splachy, je potřeba na přívodní potrubí osadit lapák písku s přelivem. Písek a drobné částičky přinášené dešťovou vodou mohou zapříčinit ucpání kořenového filtru a následnou tvorbu povrchového odtoku. Voda z přelivu lapáku písku může být vypouštěna přímo do recipientu, i když je doporučené akumulovanou dešťovou vodu vrátit na kořenová pole k přečištění. Budou-li na kořenové čistírně čištěny vody s obsahem tuků nebo ropných látek, před nátok do kořenových polí se usazuje lapač tuků (Chudoba a kol. 1991).

Kaly, kolmatovanou filtrační náplň a vegetaci je možné kompostovat, protože obsahují proměnlivé vysoké mikrobiální znečištění, a následně je využít v zemědělství (Mlejnská a Rozkošný 2016).

8.2 Kořenová pole

Filtrační pole se zprvu navrhovala jako jedno velké pole, ale nastávaly problémy s rozváděním odpadních vod. Dnes se navrhuje kořenové čistírny o 1 poli výjimečně pro zdroj znečištění do 1000EO. Na základě výzkumu se návrh kořenových čistíren odpadních vod rozšířil na paralelní plochy (rovnoměrný průtok, jedno pole lze používat jako rezervu), sériové plochy (více druhů filtrační náplně, možnost dočištění) a kombinované paralelní plochy zapojené sériově. Kořenová pole čistírny lze také kombinovat s mělkými nádržemi (prokysličení čištěné vody, těkání amoniaku). Nádrže se ale musí kontrolovat z důvodu výskytu řas, které mohou následně ucpat filtrační pole a nesmí být vypouštěny do recipientu (Šálek a Tlapák 1995).

Filtrační náplň kořenového pole musí zajistit dobrou propustnost a musí zajistit růst rostlin. Náplň se provádí ze zrnitých materiálů (písek, šterkopísek) s

frakcí f 4-16mm. Filtrační náplň je doporučeno navážet bez použití mechanizace (Hoffmann a kol. 2011).

Mezi materiály dobře adsorbující N a P patří také zeolit a bauxit. Tyto materiály jsou i finančně výhodnější než nepoužívanější štěrk, ale je nutné tuto filtrační náplň obměnit po 1-3roce používání. Zeolity (klinoptilolit) snadno odstraňuje amoniakální dusík. Bauxit je používán minimálně jako filtrační náplň, ale je vysoce účinný při odstraňování N. Jako náplň kořenového filtru byly také testovány keramzit, lasturový písek (CaCO_3), antracit, jílová břidlice, vermikulit, keramická a bio-keramická filtrační náplň a struska z výroby oceli (Mlejnská a Rozkošný 2016).

Hloubka kořenového pole se navrhuje tak, aby kořeny a oddenky rostlin prorůstali po celé hloubce v rozmezí 0,30 až 0,70m. Doporučená hloubka kořenového pole je 0,60m (nejčastěji je vysazován rákos). Hloubka se nenavrhuje jednotná, např. v místě přítoku na kořenové pole je hloubka cca 0,30m. Dno kořenového pole se navrhuje v mírném spádu 0,10 až 1,00% a vršek zásypu se urovnává do roviny (Hoffmann a kol. 2011).

Filtrační pole se doporučuje provést se zvýšenou hranou oproti okolnímu terénu, aby nedocházelo k nežádoucímu splachu zemin dešťovou vodou do pole a způsobit tím jeho zanášení (Mlejnská a Rozkošný 2016).

8.3 Rozvodné systémy

Rozvodné systémy jsou důležitou součástí správné funkce kořenové čistírny. V kořenovém poli je důležité rovnoměrně rozvádět vodu po celé šířce pole, aniž by docházelo k ucpání systému. Dnešní technologie využívají nejvíce perforované kameninové nebo PE potrubí v průměru 100 – 200mm. Potrubí rozvodného systému je vybaveno potřebnými tvarovkami (T-kusy, kolena, záslepky) a ukládají se do štěrkopískového podloží. Potrubí je po uložení obsypáno štěrkopískem. Potrubní větve jsou rozděleny do rozvodných zón do šířky cca 2,00m a s prostorem mezi vyplněným hrubým kamenivem. Potrubí ve sběrné části kořenového pole je osazeno těsně nade dnem a pět obsypáno hrubým kamenivem. Sběrné potrubí není perforované a ústí ve sběrné šachtě. V šachtě je sběrné potrubí opatřeno uzavírací armaturou, aby bylo možné regulovat hladinu kořenovém poli. Nevýhodou potrubních armatur je koroze kovových částí. Proto se více používá systém zavěšených ohebných hadic pro regulaci hladiny (Šálek a Tlapák 2006).

Filtrové pole se vždy odděluje od okolního terénu tak, aby nedošlo k průsaku z filtračního pole a aby nedošlo k žádné kontaminaci podzemních vod. Dno kořenového pole je doporučeno provést z jílové vrstvy, aby se zvýšila nepropustnost. Na dno se uloží PE nebo PVC folie chráněná z obou stran geotextilií. Geotextílii, která ochraňuje folii, je možné ještě ochránit pískovým ložem, které ještě zvýší mechanickou odolnost izolační vrstvy před případným proražením při navážení štěrkopískové náplně filtračního pole (Vymazal 1995).

9. Provoz a údržba

Vzhledem k tomu, že provoz kořenové čistírny obsahuje minimum nebo dokonce žádná mechanická a elektrická zařízení, její údržba je nenáročná. V rámci údržby stačí pouze kontrola mechanického předčištění (čištění česlí a likvidaci shrabků z česlí, vybírání lapáku písku, vybírání šterbinové nádrže a čištění přelivných hran nádrží. Rozvodný systém a odtokové potrubí je nutno kontrolovat pravidelně, v případě ucpání či zanesení se musí vyčistit. Rozvody a odtok jsou základní systémy kořenové čistírny a prohlídky se musí provádět a musí se provádět pravidelně. V opačném případě hrozí omezení procesu čistírny a omezení čistící funkce (Mlejnská a Rozkošný 2016).

Travní porosty v areálu kořenové čistírny a v okolí filtrů je nutno pravidelně kosit. Travní porosty se stávají zdrojem pro šíření plevelů, které se mohou dostat do filtračního pole, kde následně omezují růst vysázených rostlin. Plevely je potřeba eliminovat i průběhu sezóny, kdy jsou filtrační rostliny vzrostlé (Vymazal 1995).

Kořenové čistírny by měly být opatřeny měřením průtoku a přítoku a odtoku. Místa odběru vzorků a měření musí být dobře přístupná (na přítoku a odtoku z kořenových polí) (Šálek a Tlapák 2006).

K nevýhodám kořenových čistíren patří nemožnost ovládnutí čistícího procesu a kolmatace filtrační náplně. Kolmatace je děj fyzikální, chemický a biologický. Kromě snížení propustnosti filtračního lože (hydraulická vodivost a porozita) ovlivní i transfer O_2 do vzduchu. Ke kolmataci dochází ucpáním filtračního pole (příliš jemná filtrační náplň) a při chybném řešení dešťové oddělovací komory. Alternativou údržby filtrační náplně může být využití proplachu chlornanem sodným. Při jeho expozici max. 5 dní nemá negativní vliv na rostliny a biofilm kořenového pole. Po aplikaci chlornanu sodného nastává doba 1 měsíce na regeneraci filtračního lože. Odstranit kolmataci lze i použitím bakteriálně-enzymatických přípravků (Kriška a Němcová 2016).

10. Průvodní a technická zpráva

PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA

DSP PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE STAVBY KOŘENOVÉ ČISTÍRNY
ODPADNÍCH VOD V MĚSTSKÉ ČÁSTI KUTNÁ HORA – VRCHLICE

Kořenová čistírna odpadních vod Kutná Hora – Vrchlice
listopad 2017
vypracoval Milan Zelený, DiS

10.1 Průvodní zpráva

A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

A.1 Identifikační údaje

Údaje o stavbě

název stavby: Kořenová čistírna odpadních vod v městské části Kutná Hora – Vrchlice

místo stavby: stávající pozemek s platným územním rozhodnutím parc. čís. 4315/9

katastrální území: Kutná Hora (677710).

předmět dokumentace: DSP Projektová dokumentace stavby kořenové čistírny odpadních vod v městské části Kutná Hora – Vrchlice pro potřeby čištění komunálních splaškových odpadních vod stávající i budoucí jakosti a množství.

Údaje o žadateli

Město Kutná Hora

Havlíčkovo náměstí 552/1

284 01 Kutná Hora

Údaje o zpracovateli dokumentace

Dodavatel: Milan Zelený, DiS

Kaňk 181, 284 04 Kutná Hora

zodp. projektant: Ing. Jaroslav Kršňák

A.2 Seznam vstupních podkladů

sítě bez kót

katastrální mapa

počet obyvatel

A.3 Údaje o území

rozsah řešeného území	jedná se o nezastavěné území
druh pozemku	ostatní plocha
parcelní číslo	4315/9
obec	Kutná Hora (533955)
katastrální území	Kutná Hora (677710)
číslo LV	13475
výměra (m ²)	6397
typ parcely	parcely katastru nemovitostí
mapový list	DKM
způsob využití	neplodná půda
druh pozemku	ostatní plocha
seznam BPEJ	pozemek nemá evidované BPEJ
omezení vlastnického práva	nejsou evidované žádné omezení
způsob ochrany nemovitosti pozemku	nejsou evidovány

Tab. 4 Údaje o území

Pozemek pro umístění stavby nových objektů KČOV se nachází na jižním konci městské části Kutná Hora – Vrchlice. Samotná stavba je umístěna na parcele čís. 4315/9 a stavbou není dotčen další okolní pozemek.

V současné době je pozemek nevyužíván, není na něm v současné době žádná zastavěnost. Pozemek je porostlý vzrostlými stromy, převládají listnaté, a náletovými křovinami. Zvolený pozemek je dostatečně vhodný pro realizaci kořenové čistírny odpadních vod.

Pozemek leží v záplavové oblasti Q_{50} , pozemek se nachází v těsném sousedství vodního toku Vrchlice (7 řkm) a nenachází se v památkově chráněném území (památková rezervace, památková zóna, zvláště chráněné území). Při přípravě staveniště pro KČOV je nutné počítat s kácením stromů a úpravou vegetačních ploch.

Odtokové poměry na pozemku nejsou v současné době nijak řešeny, jsou řízeny přirozenou přírodní cestou. Po stavbě nové KČOV budou tyto poměry změněny a ovlivněny. Dešťové vody z pozemku budou nově akumulovány v areálu kořenové čistírny a kořenových polí, odkud pak budou odtokovým potrubím odváděny do recipientu Vrchlice. Pro stavbu kořenové čistírny odpadních vod byla vybrána lokalita s neplodnou půdou zarostlá stromy a křovinami.

Pro stavbu KČOV bude vydán územní souhlas na základě společného řízení s ohlášením stavby.

Využití území se mění z ostatní plocha na pozemek s kořenovou čistírnou odpadních vod.

Dokumentace pro stavební povolení byla předložena k vyjádření dotčeným orgánům a závěry z projednání jsou zahrnuty v její výsledné podobě a v této dokumentaci. Vyjádření dotčených orgánů jsou přiložena v dokladové části E. Souhlas Odboru životního prostředí Městský úřad Kutná Hora s umístěním stavby a vyjmutí pozemku z katastru nemovitostí, souhlas Vodohospodářská společnost Vrchlice-Mleč se stavbou a přepojením obecních inženýrských sítí, souhlas Povodí Labe, statní podnik.

Pro území nejsou stanoveny žádné výjimky ani úlevová řešení.

Stavba kořenové čistírny odpadních vod nevyžaduje žádné související či podmiňující investice. Seznam pozemků a staveb dotčených umístěním stavby (podle katastru nemovitostí) viz. příloha čís. 1.

A.4 Údaje o stavbě

Jedná se o novostavbu kořenové čistírny odpadních vod na parcele čís. 4315/9 v městské části Vrchlice, obec Kutná Hora.

Účel užívání stavby kořenové čistírny odpadních vod je čištění splaškových (šedých) vod z domácností v městské části Vrchlice, Kutná Hora.

Kořenová čistírna odpadních vod je stavbou trvalou.

Údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů stavba kořenové čistírny neobsahuje.

V návrhu technického řešení, a to jak pro realizaci, tak i pro budoucí provoz, jsou zohledněné platné předpisy z hlediska bezpečnosti práce, hygieny pracovního prostředí, ochrany životního prostředí a další související předpisy.

Při přípravě a realizaci musí být dodrženy veškeré právní předpisy a normy.

Stavba není určena k užívání osobami s omezenou schopností pohybu a orientace. Nejsou navrhována žádná zvláštní opatření podle vyhlášky č. 398/2009 Sb.

o obecných technických požadavcích zabezpečujících užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace.

Doklady o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů je shrnuto v předchozí kapitole A.3.

Pro stavbu nejsou stanoveny žádné výjimky ani úlevová řešení.

Navrhované kapacity stavby (zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti, počet uživatelů / pracovníků apod.)

Navrhovaná kapacita ČOV.....	267 EO
Čerpací stanice.....	1ks
HKFI.....	351,00m ²
HKFII.....	351,00m ²
SHKF.....	351,00m ²
Nové zpevněné plochy.....	65,00m ²
Rozdělovací šachty PP.....	7ks
Regulační a měrné šachty	8ks
Trubní vedení:	
Potrubí PE neperforované DN 50mm.....	200,00m
Potrubí PP HT perforované DN 40mm....	200,00m
Potrubí PVC neperforované DN 100mm.	500,00m
Potrubí PVC perforované DN 100mm....	10,00m
Potrubí PVC neperforované DN 150mm..	180,00m
Bilance splaškových odpadních vod	
Denní:	45m ³ /den (5)
Roční:	16 200m ³ /rok (5)

Energetická náročnost budovy bude v projektu doložena Průkazem o energetické náročnosti budovy.

Základní předpoklady výstavby (časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy)

stavební řízení a povolení stavby únor 2019
zahájení stavby duben 2019
ukončení stavby září 2019

lhůta stavby 6 měsíců

Výstavba nebude trvale omezovat žádné existující provozy. Veškeré stavební práce budou prováděny tak, aby se minimalizoval dopad na okolí a stavební činnost neomezovala žádné stávající objekty a provozy v sousedství. Případné poškození přilehlých komunikací, ploch a povrchů bude opraveno zhotovitelem.

Jedná se o stavbu menšího rozsahu, která bude prováděna odborně způsobilou firmou.

Cena vychází z ukazatele průměrné rozpočtové ceny na měrnou a účelovou jednotku stanovené URS Praha.

Cena za 1m³ OP.....6 500,- Kč/m³

Předpokládané náklady na realizaci stavby činí 76 000 000 ,-Kč

A.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

SO 001 Kořenová čistírna odpadních vod

SO 002 Trubní vedení

SO 003 Zpevněné plochy a terénní úpravy

Stavba ČOV je nevýrobní objekt, který nemá provozní soubory.

A.6 Hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí

Charakter stavby ČOV nevytváří, při správné realizaci a řádném provozování žádná významná rizika z pohledu hygieny a životního prostředí.

Stavba kořenové čistírny odpadních vod v městské části Vrchlice, Kutná Hora zlepší stav životního prostředí v dané lokalitě. Samotná stavba kořenové čistírny odpadních vod nebude mít svým charakterem vliv na životní prostředí. Stavební práce budou prováděny tak, aby nedošlo k nadměrnému narušení okolí stavby. Staveniště je odlehlé od objektů určených k trvalému bydlení, ale stejně je nutné, aby při stavebních pracích nedocházelo k negativnímu ovlivnění okolí hlukem a prachem. Stavební práce by měly být prováděny pouze v denních směnách, aby nebyl rušen noční klid.

Navržená stavba ČOV bude zabezpečena dle platných předpisů proti pohybu nepovolaných osob, dokončená stavba a provoz ochranu obyvatelstva nevyžaduje.

Ochrana před pronikáním radonu z podloží je u stavebních objektů kořenové

čistírny odpadních vod řešeno ve spodní části stavby izolací asfaltovými nátěry. Pole filtrů budou po celé ploše izolovány nepropustnou PE folií, aby nedošlo k pronikání radonu do filtrační náplně polí a následně ke kontaminaci vody.

Vzhledem k tomu, že přečištěná voda bude vypouštěna do blízkého vodního toku Vrchlice, bude posílena protipovodňová bezpečnost. Aby nedošlo k rozlítí vodního toku, jehož hladina se za normálního stavu nachází cca 1,80m pod úrovní příjezdové komunikace, bude pro zlepšení vniku povodňových vod do kořenové čistírny odpadních vod vybudován zemní val mezi komunikací a areálem kořenové čistírny.

Stavbu nové KČOV není nutné chránit před ostatními účinky (např. vlivem poddolování, výskytem methanu apod.), které se v této oblasti nevyskytují.

10.2 Souhrnná technická zpráva

B SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

B.1 Popis území stavby

Pozemek pro umístění stavby nových objektů KČOV se nachází na jižním konci městské části Kutná Hora – Vrchlice. Samotná stavba je umístěna na parcele čís. 4315/9. Dosavadní využití pozemku je funkce lesa, není na něm v současné době žádná zastavěnost.

Pozemek leží v nadmořské výšce 295m. n. m. Pozemek se nachází v záplavové oblasti.

Vzhledem k charakteru stavby KČOV bude architektonické ztvárnění stavby řešeno dle standardu návrhu staveb pro přírodní čištění vody. Kořenová čistírna odpadních vod bude přirozeně začleněna do stávajícího terénu. Návrh umístění a navržení kořenových filtrů vychází z možností a požadavků zvolené technologie. Osázení kořenových filtrů bude provedeno pestrou barevnou a funkční škálou rostlin. Z urbanistického pohledu je plánovaná stavba plně v souladu s rozvojem dotčeného území.

Stavba nebude mít negativní vliv na základní ukazatele zdravotního stavu obyvatelstva zájmové lokality. Stavba kořenové čistírny odpadních vod splňuje

podmínky regulačního plánu města, tj. splňuje základní požadavky na situování a stavební řešení stavby z hlediska ochrany obyvatelstva.

Pro stavbu KČOV v této lokalitě není potřeba žádat o vydání rozhodnutí nebo povolení o výjimky z obecných požadavků na využívání území.

Závazná stanoviska dotčených orgánů pro stavbu kořenové čistírny jsou uvedeny v Dokladové části dokumentace.

Místo stavby bylo geodeticky zaměřeno v souřadnicovém systému S-JSTK, ve výškovém systému Balt p.v. Zaměření místa stavby je obsaženo ve výkresové dokumentaci C Situace stavby. Zaměření bylo nutné doplnit o zpřesňující údaje pro provedení stavby. Nebylo provedeno vytyčení stávajících inženýrských sítí. Vynesené inženýrské sítě ve výkresové dokumentaci jsou převzaty z podkladů od jednotlivých správců sítí. Před započítím stavebních prací je nutné kontaktovat správce inženýrských sítí a provést přesné zaměření stávajících IS.

Geologické poměry byly převzaty z geologických map okresu Kutná Hora (geology.cz), které byly následně ověřeny kopanými sondami v místě stavby KČOV. Mapa geologických poměrů je přiložena v dokladové části.

Pro zjištění geologického podloží a možnosti zatřídění zemin nebyla provedena hydrogeologická sonda. Dle znalosti místních poměrů je možné zatřídění zemin odhadnout. Předpokládaný geologický profil 0 – cca 3,00m kvartér jílovito-hlinité sedimenty. S ohledem na možné rozbředání a bobtnání zemin není vhodné výkopy ponechávat dlouho zavodněné srážkami ani podzemní vodou. S ohledem na místní podmínky je očekáváno nutné čerpání podzemních vod v průběhu výkopových prací.

Zatřídění zeminy dle ČSN 73 3050: 20% II. třída těžitelnosti, 75% III. třída těžitelnosti, 5% IV. třída těžitelnosti. Pro provedení stavby jsou nutné další dílčí geodetické práce.

Pozemek leží v záplavové oblasti, nachází se v těsném sousedství vodního toku Vrchlice (7 řkm) a nenachází se v památkově chráněném území (památková rezervace, památková zóna, zvláště chráněné území).

Stavba kořenové čistírny odpadních vod bude mít po dokončení vliv na povrchové vody. Jako recipient pro vypouštění přečištěné odpadní vody slouží vodní tok Vrchlice s hydrologickým povodím Labe s $Q_{355} = 60$ litrů/s, který je dostatečně vodný pro vypouštění navrhovaných emisních hodnot.

V rámci stavby nebudou prováděny demolice související se stavbou KČOV.

Pozemek v současné době není využíván a je porostlý stromy (ve výšce 130 cm nad zemí obvod kmene do 80cm) a křovinami, které budou v rámci stavby vykáceny včetně odstranění pařezů. Křoviny a keře budou odstraněny na ploše 6397m². Stromy a keře budou káceny dle povolení ke kácení dřevin v souladu s §4 vyhlášky č. 189/2013 Sb., o ochraně dřevin a povolování jejich kácení. Dendrologický průzkum je přílohou dokumentace.

Poškozené vegetační plochy budou obnoveny v souladu s normami ČSN 83 9031 Technologie vegetačních úprav v krajině – Trávníky a jejich zakládání a ČSN 83 9011 Technologie vegetačních úprav v krajině – Práce s půdou. Okolní dřeviny a vegetační plochy, které by mohly být dotčeny stavbou, budou chráněny dle normy ČSN 83 9061 Technologie vegetačních úprav v krajině - Ochrana stromů, porostů a vegetačních ploch při stavebních pracích. Po ukončení prací budou dotčené plochy ve vhodném termínu odbornou firmou uvedeny co nejvíce do podoby stávajícího stavu.

Nejsou požadavky na asanaci.

Jedná se o stavbu nové kořenové čistírny odpadních vod na pozemku, který slouží jako lesní pozemek. Dojde k záboru lesní půdy a změně užívání pozemku. K záboru zemědělské půdy nedojde.

Napojení na stávající dopravní infrastrukturu bude ze stávající příjezdové nezpevněné cesty 4311/2 po nové obslužné příjezdové komunikaci ke kořenové čistírně odpadních vod. Příjezd k KČOV je ze severní strany.

Počet parkovacích stání v areálu bude 1 plocha pro osobní automobil.

Veškeré odpadní vody budou na kořenovou čistírnu odpadních vod přiváděny novou gravitační kanalizací.

Odtokové poměry na pozemku nejsou v současné době nijak řešeny. Jedná se o pozemek s funkcí lesa a dešťové vody jsou řízeny přirozenou přírodní cestou. Po stavbě nové KČOV nebudou tyto poměry změněny a ovlivněny.

Pro tento projektový stupeň dokumentace nejsou známy žádné časové a věcné stavby. V dalším projektovém stupni budou všechny informace o koordinaci s dalšími akcemi aktualizovány. Stavba KČOV bude prováděna co nejkvalitněji a zároveň tak, aby byla v nejkratší možné době od začátku dokončena.

B.2 Celkový popis stavby

B.2.1 Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek

Záměrem investora (stavebníka) a obsahem předkládané projektové dokumentace je výstavba nové kořenové čistírny odpadních vod pro přečištění splaškových vod z městské části Vrchlice, Kutná Hora.

Zastavěná plocha: 1053,00m²

Užitná plocha: 1037,17m³

Obestavěný prostor: 842,40m³

Výška od U.T.: 0,20m

Průměrný denní bezdeštný průtok Q_{24}

Počet EO.....267, $Q_B=10\%$ z $Q_{24} = 4\text{m}^3/\text{den}$

Specifická spotřeba vody je stanovena 150 litrů/ob · den

$$Q_{24} = Q_{24\text{obyvatelstvo}} + Q_B \quad (5)$$

$$Q_{24} = (267 \cdot 0,150) + 0,10 \cdot (267 \cdot 0,150) = 45\text{m}^3/\text{den}$$

$$Q_{24} = 0,52\text{litrů/s} = 1\,350\text{m}^3/\text{měsíc} = 16\,200\text{m}^3/\text{rok}$$

kde

Q_B balastní vody

Maximální denní průtok Q_d

$$Q_d = Q_{24} \cdot k_d + Q_B \quad (6)$$

$$Q_d = 75\text{m}^3/\text{den}$$

$$Q_d = 0,87\text{litrů/s} = 2\,255\text{m}^3/\text{měsíc} = 27\,060\text{m}^3/\text{rok}$$

kde

k_d součinitel denní nerovnoměrnosti, $k_d=1,5$ pro <1000 obyvatel

Maximální hodinový průtok Q_{hmax} (7)

$$Q_{hmax} = (Q_{24} \cdot k_d \cdot k_h + Q_B) / 24$$

$$Q_{hmax} = 12,55 \text{ litrů/s}$$

kde

k_h součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti podle počtu obyvatel, $k_h=4,4$ pro 300 obyvatel

$$Q_{h-dešťové} = 10 \text{ litrů/s}$$

Pro výpočet kořenové čistírny je potřeba hodnota pro průměrný bezdeštný denní přítok Q_{24} , viz. rovnice 6. Předpokládané hodnoty specifické produkce znečištění na 1EO za den jsou 60 g BSK₅ a 55 g NL.

Výpočet koncentrace BSK₅ na přítoku do čistírny odpadních vod

$$BSK_5 = 1000 \cdot 60 = 60\,000 \text{ g/den} \quad (8)$$

$$60\,000 \text{ g BSK}_5 / 45 \text{ m}^3/\text{den} = 1333,33 \text{ g BSK}_5/\text{m}^3$$

Výpočet koncentrace NL na přítoku do čistírny odpadních vod

$$NL = 1000 \cdot 55 = 55\,000 \text{ g/den} \quad (9)$$

$$55\,000 \text{ g NL} / 170 \text{ m}^3/\text{den} = 1222,22 \text{ g NL} / \text{m}^3$$

Specifické organické znečištění splašků je 1333,33 g/m³ a znečištění nerozpuštěnými látkami je 1 222,22 g/m³.

Účinnost odstranění organických látek

$$c = 0,09 \cdot 1333,33 + 1,95 \quad (1)$$

$$c = 121,95 \text{ mg/l}$$

Účinnost odstranění nerozpuštěných látek

$$c = 0,07 \cdot 1222,22 + 4,88 \quad (2)$$

$$c = 90,44 \text{ mg/l}$$

Odhadovaná koncentrace organických látek na odtoku z vegetační kořenové čistírny je 121,95 mg/l BSK₅ a 90,44 mg/l NL.

Plocha pole kořenové čistírny odpadních vod je odvozována ze vztahu (např.

Green a Upton 1994):

$$A = (Q_{24} \cdot (\ln C_p - \ln C_o)) / k_{10} \cdot n \cdot h \quad (10)$$

$$A = (Q_{24} \cdot (\ln C_o - \ln C)) / K_{BSK}$$

$$A = 45 \cdot (\ln 1222,22 - \ln 90,44) / 0,1$$

$$A = 1037,17 \text{ m}^2$$

kde

Q_{24} průměrný denní přítok odpadní vody

C_p průměrná denní koncentrace BSK5 na přítoku (mg/l)

C_o průměrná denní koncentrace BSK5 na odtoku (mg/l)

$k_{10} = 0,18 \text{ d}^{-1}$ rychlost rozkladu BSK5 při průměrné roční teplotě odpadní vody $t=10^\circ\text{C}$

n pórovitost pro štěrkopísek 0,35

h hloubka průměrné hladiny v HKFI a VKFII dle použité mokřadní vegetace 0,80m

K_{BSK} reakční konstanta, 0,1 m/den

dle Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech Příl.1

Plocha pole kořenové čistírny odpadních vod dle empirického vzorce (A)

$$A = 5,00 \cdot EO \quad (11)$$

$$A = 5,00 \cdot 267$$

$$A = 1335 \text{ m}^2$$

Plocha kořenového pole pro 267 EO je 1037,17 m², výsledná plocha na jednoho EO je 3,88 m².

Objem filtračního prostření vegetační čistírny (V)

$$V = A \cdot d \quad (12)$$

$$V = 1037,17 \cdot 0,80$$

$$V = 829,74 \text{ m}^3$$

kde

A plocha kořenového pole (m²)

d hloubka lože (m), navrženo 0,80m

Hydraulická doba zdržení odpadní vody ve filtračním prostředí (t)

$$t = V \cdot n / Q_{24} \quad (13)$$

$$t = A \cdot d \cdot n / Q_{24}$$

$$t = 1037,17 \cdot 0,8 \cdot 0,35 / 45$$

$$t = 6,45 \text{ dne}$$

kde

n pórovitost pro štěrkopísek 0,35

Příčný průřez filtračního lože (S_p)

$$S_p = Q_{24} / k_f \cdot i \quad (14)$$

$$S_p = 45 / 500 \cdot 1$$

$$S_p = 0,90 \text{ m}^2$$

kde

k_f hydraulická vodivost substrátu 500 (m/den)

i hydraulický sklon 1 (-)

Hydraulické zatížení (LH)

$$LH = Q_{24} / A \quad (15)$$

$$LH = 45 / 1037,17$$

$$LH = 0,043 \text{ m/den} = 43 \text{ mm/den}$$

Velikost hydraulického zatížení plochy vegetačního tělesa se doporučuje v rozmezí 30 až 50 mm/d. Hydraulické zatížení vyhoví.

Posouzení vlivu vyčištěných vod v KČOV na recipient - směšovací rovnice BSK_5 na požadované imisní hodnoty recipientu 8mg/litr.

$$V_v = (Q_{355} \cdot C_{OR} + Q_{24} \cdot C_{OČOV}) / Q_{355} + Q_{24} \quad (16)$$

$$V_v = (60 \cdot 2 + 0,52 \cdot 121,95) / (60 + 121,95)$$

$$V_v = 2,33 \text{ mg/litr}$$

$$2,33 \text{ mg/litr} \leq 8 \text{ mg/litr}$$

Návrh vyhoví požadavku Povodí Labe, státní podnik

kde

Q_{355} 60 litrů/s povodí Labe, státní podnik

C_{OR} odhad průměrné koncentrace BSK_5 , 2mg/litr, povodí Labe, státní podnik

B.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení

Vzhledem k charakteru stavby KČOV jako přírodní čistírny odpadních vod, bude architektonické ztvárnění stavby akceptovat standardy pro návrh staveb pro přírodní čištění vody. Kořenová čistírna odpadních vod bude začleněna do stávajícího terénu. Návrh umístění a navržení kořenových filtrů vychází z požadavků zvolené technologie na přírodní čištění odpadních vod. Kořenové filtry budou osázeny pestrá barevnou a funkční škálou rostlin vhodných pro kořenové čistírny odpadních vod. Finální vzhled a kaskádovité uspořádání kořenových filtrů bude

působit jako zahradní terasy. Z urbanistického pohledu je plánovaná stavba plně v souladu s rozvojem dotčeného území

B.2.3 Dispoziční a provozní řešení, technologie výroby

Dispoziční řešení zařízení a provozu viz Příloha čís. 2 Technologické schéma KČOV Vrchlice, Kutná Hora

B.2.4 Bezbariérové užívání stavby

Stavba není určena k užívání osobami s omezenou schopností pohybu a orientace. Nejsou navrhována žádná zvláštní opatření podle vyhlášky č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace.

B.2.5 Bezpečnost při užívání stavby

Stavba bude provedena z certifikovaných materiálů a výrobků. Bezpečnost stavby je zajištěna uzemněnou elektroinstalací, která je navržena dle ČSN a bude na ni provedena revize.

B.2.6 Základní technický popis staveb

Pro výstavbu kořenové čistírny odpadních vod budou využity standardní materiály, které není nutné posuzovat z hlediska odolnosti a stability. Statické posouzení podzemních objektů musí splňovat, že veškeré nosné konstrukce jsou uvažovány s odolností proti hydrostatickým účinkům (tj. odolnost všech konstrukcí i jejich částí proti deformaci a vyplavání)!

Stavba je navržena tak, aby zatížení na ní působící v průběhu výstavby a užívání nemělo za následek: zřícení stavby nebo její části, větší stupeň nepřípustného přetvoření, poškození jiných částí stavby nebo technických zařízení nebo instalovaného vybavení v důsledku většího přetvoření nosné konstrukce, poškození v případě, kdy je rozsah neúměrný původní příčině.

Technické řešení objektů kořenové čistírny odpadních vod

Štěrbínová nádrž

Splaškové odpadní vody budou novým potrubím přiváděny do štěrbinové nádrže, která bude vystavěna v areálu kořenové čistírny odpadních vod. Navržena je dvoukomorová nádrž s prostorem pro hrubé česle. Štěrbínová nádrž je podzemní stavba tvaru kvádrů z vodostavebního železobetonu s vlastnostmi na mrazuvzdornost

XF a zvýšené požadavky na agresivní prostředí XC. Stavba bude uložena na betonovou podkladní desku tl. 0,10m beton tř. C8/10 opatřenou KARI sítí 8/100/100mm u horního okraje. Podkladní deska bude uložena na štěrkopískovém podsypu tl. 0,10m.

Každá komora štěrbinové nádrže bude vybavena nornou stěnou. Přeliv ze štěrbinové nádrže bude řešen plastovým potrubím, které bude zaústěno přímo do odlehčovací komory. Štěrbínová nádrž bude přístupná litinovým poklopem pro kontrolu a čerpání kalu, který bude odvětrávaný a uzamykatelný. Odpadní vody budou ze štěrbinové nádrže odváděny gravitačně na filtrační pole kořenové čistírny.

Je nepřijatelné vypouštět do této splaškové kanalizace odpadní vody z bazénů a podobných zařízení, ve kterých je voda chemicko-technologicky zvýšenou měrou ošetřována (např.: nadměrné chlorování).

Návrh štěrbinové nádrže (V objem štěrbinové nádrže)

$$V = a \cdot n \cdot q \cdot t \quad (17)$$

$$V = 1,5 \cdot 267 \cdot 0,15 \cdot 4$$

$$V = 240,30\text{m}^3$$

kde:

a	součinitel vyjadřující kalový prostor 1,5 (-)
n	počet obyvatel (EO)
q	specifická spotřeba vody 0,15 (m ³ /obyv · den)
t	doba zdržení 3-5 (den)

Česle

Objekt česlí bude osazen do terénu, bude otevřená konstrukce na obdélníkovém půdoryse. Střední a jemné svislé česle budou osazeny na nátokovém potrubí do Štěrbínového lapáku písku. Střední česle chrání potrubí a čerpadla před vniknutím suspendovaných částic (vzdálenost mezi česlicemi je 10-50 mm). Jemné česle odstraňují jemné nečistoty se vzdáleností česlí 2-10mm.

Střední a jemné česle budou stírány manuálně.

Štěrbínový lapák písku

Štěrbínový lapák písku o rozměrech 9,00m², 10,80m³ OP. Lapák písku se skládá ze tří technologických procesů – vtokového uklidňovacího válce včetně

snížení rychlosti přitékajících odpadních vod, sedimentačního prostoru s mamutkou pro vytěžení písku odkud se pak přitékající voda vrací zpět do účinného prostoru akumulace. Lapák písku ochrání zbylé vybavení a technologie kořenové čistírny odpadních vod před písky, které způsobují velké problémy. Částice přitékajících látek, jejichž usazovací rychlost je větší než vzestupná rychlost do účinného prostoru se usazují ve spodní části lapáku. Voda zbavená písku stoup vzhůru a přepadovým potrubím je odváděna gravitačně do odlehčovací komory.

Štěrbínový lapák písku je stavba na kruhovém půdoryse s otevřenou konstrukcí.

Usazený písek se bude odtěžovat po částečném rozvívání sedimentů za pomoci přívodu vzduchu na dno sedimentačního prostoru lapáku písku.

Žlabová odlehčovací komora

Množství vody na odtoku z odlehčovací komory na kořenovou čistírnu odpadních vod $Q_{hmax} \dots \dots 5,00$ litrů/s

$$Q_m = Q_{24} \cdot m = Q_{24} \cdot (1 + n)$$

$$Q_m = 45 * (1 + 6)$$

$$Q_m = 315 \text{ m}^3 / \text{den}$$

kde

Q_m průtok odváděný na KČOV z odlehčovací komory (m^3/den)

Q_{24} bezdeštný průtok splašků (m^3/den)

m násobek ředění

$1+n$ poměr ředění (1+4 až 1+7)

Objekt žlabové odlehčovací komory je dimenzován a konstruován na požadovaný maximální přítok na kořenovou čistírnu odpadních vod 5,00 litrů/s.

Objekt bude vystavěn jako železobetonový objekt z vodostavebního betonu se zvýšenými nároky na prostředí na obdélníkovém půdoryse se vstupem přes železobetonové skruže s litinovým poklopem. Objekt bude uvnitř rozdělen na dvě části – nátok na kořenovou čistírnu odpadních vod pro bezdeštné průtoky a příčný přelivnou hranu pro zředěné vody s odtokem do dešťové nádrže.

V dešťové nádrži budou zachycovány zředěné odpadní vody, které budou za pomoci kalových čerpadel vráceny do procesu čištění za bezdeštných průtoků. Dešťová nádrž bude vybavena bezpečnostním přelivem s odtokem do recipientu.

Kal ze štěrbinové a dešťové nádrže bude přečerpáván na kalové pole, které je situováno vedle odlehčovací komory v areálu kořenové čistírny odpadních vod.

Funkce horizontálních kořenových filtrů spočívá v částečném mechanicko-biologickém předčištění před odvedením čištěných odpadních vod na struskové filtrové pole, kde bude docházet k dostatečné celoroční nitrifikaci a adsorpci některých tenzidů a následný odtok do sběrné šachty, odkud budou přečištěné vody odváděny shybku do vodního recipientu Vrchlice.

Průtok skrze HKFI, HKFII a SHKF zajistí z koloběhu dusíku kvalitní denitrifikaci a odstranění fosforu na požadavky kvality vod vypouštěných do vodního recipientu.

Počet EO.....	267EO
Zastavěná plocha HKFI, HKFII, SHKF.....	1053,00m ²
Účinná plocha HKFI.....	351,00m ²
Účinná plocha HKFII.....	351,00m ²
Účinná plocha SHKF.....	351,00m ²
Účinná hloubka HKFI.....	0,80m
Účinná hloubka HKFII.....	0,80m
Účinná hloubka SHKF.....	0,80m
Účinný objem HKFI.....	208,80m ³
Účinný objem HKFII.....	208,80m ³
Účinný objem SHKF.....	208,80m ³

V místě stavby kořenových filtrů bude provedeno odstranění stávajících stromů a náletových křovin. Následně bude sejmuta ornice v celém areálu stavby kořenové čistírny odpadních vod o vrstvě tl. 0,15m, která bude odvezena a uložena na mezideponii. Ornice z mezideponie bude po ukončení stavebních prací použita a nové terénní úpravy. Zbývá ornice bude uložena na skládku vč. poplatků.

Následovat budou výkopové práce zahrnující výkopy pro potrubní spoje, objekty kořenové čistírny odpadních vod a kořenové filtry. Výkopek bude uložen na

mezideponii. Část výkopku bude použita na zpětný zásyp a terénní úpravy, přebytečný výkopek bude uložen na skládku vč. poplatků.

Výkopy budou provedeny dle výkresů do hloubek dle nivelit terénu. Výkopy pro filtrační pole budou prováděny strojně.

Zemní práce budou prováděny v souladu s § 17 až 28 této vyhlášky s důrazem na zajištění výkopů:

- výkopy musí být zakryty, nebo u okraje zajištěny proti pádu do výkopu
- ve vzdálenosti nejméně 1,50m od hrany výkopu je možné použít jako zábranu buď zábradlí jednotyčové o výšce 1,10m, nebo výkopek urovnaný do min výšky 0,90m a nebo nápadnou překážku 0,60m vysokou
- výkopy zasahující do veřejné komunikace musí být označeny dopravní značkou a v noci a za snížené viditelnosti červeným světlem
- ve výkopech hlubších než 1,50m musí být bezpečné výstupy od sebe vzdáleny max. 30,00m
- okraje výkopu nesmí být zatěžovány do vzdálenosti 0,50m od hrany výkopu
- zajištění výkopu musí být pravidelně kontrolováno odpovědným pracovníkem dodavatele a také před prvním vstupem do výkopu po přerušení práce delším než 24 hodin
- od hloubky výkopu 1,30m na odlehlých pracovištích nesmí provádět výkopové práce osamocený pracovník.
- pažení a doprava zeminy viz. Vyhláška 324/1990 Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu
- betonářské práce a práce související budou prováděny v souladu s § 29 až 36.
- veškeré práce mimo vyjmenovaných podmínek budou prováděny dle vyhl. 324/1990 Sb. v celém rozsahu

Stěny výkopu pro filtrační pole budou svahovány a urovnány, následně budou upraveny s odstraněním všech ostrých hran. Dno výkopů bude urovnáno a upraveno s odstraněním všech ostrých hran. Dna a stěny polí kořenové čistírny (dle hrubosti zeminy) budou vyrovnány pískem (frakce 0-4) ve vrstvě tl. 50mm.

Na celé těleso filtrů po úpravách bude položena netkaná geotextilie s gramáží min. 300g/m². Na geotextilii bude rozložena těsnicí folie HDPE, hydroizolační folie tl. 1mm. Spoj folií bude proveden dvojitým zkoušeným svarem. Svary budou

kontrolovány provedením tlakové zkoušky na každém svaru dle požadavků platné ČSN EN ISO 3834-1 až 6 Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů, tj. s aplikací na plasty. Folie bude vytažena nad provozní hladinu kořenových filtrů až nad terén svahu. Folie na terénu bude zakryta kamenným záhozem. Vodotěsnost celého pole kořenové čistírny odpadních vod při prostupech přívodního a výtokového potrubí hydroizolační folií bude zajištěna provedením prostupů polypropylénovými přírubami. Prostupy nad úrovní provozní hladiny budou těsněny foliovými prstenci na potrubí. Hydroizolační HDPE folie bude opět překryta ochrannou geotextilií s gramáží min. 500g/m².

Vnitřní filtrační náplň polí je navržena ze dvou materiálů různé frakce. U vtokového a výtokového potrubí bude provedena výplň z tříděného drceného kameniva frakce 63-125mm s přechodovou částí z tříděného drceného kameniva frakce 32-64mm dle ČSN EN 13242 a ČSN EN 12620 do výšky -0,25m od kóty výšky filtrační náplně.

Vnitřní výplňové kamenivo je navrženo tříděné drcené kamenivo frakce 8-16mm dle ČSN EN 13242 a ČSN EN 12620. Vrchní vrstva u vtokového a výtokového potrubí tl. 0,25m bude provedena z tříděného drceného kameniva frakce 8-16mm dle ČSN EN 13242 a ČSN EN 12620, aby došlo ke zmenšení možnosti úniku zápachu mezi kamenivem velkých frakcí.

Z odlehčovací komory bude přívodním potrubím odpadní voda přiváděna do rozdělovací šachty. Z rozdělovací šachty budou provedeny rozvody na rozdělovací zóny rozdělovacím potrubím PVC o celkové délce 910,00m.

Na dno filtračního pole bude provedeno pískové lože tl. min. 0,10m. Do pískového lože bude uloženo rozdělovací potrubí, sběrné potrubí, provzdušňovací potrubí. Toto potrubí bude uloženo na pískové lože obsypáno vrstvou cca 0,20m vysokou ze štěrkopísku.

Revizní, měrné a lomové šachty

Regulační a měrné šachty v počtu 8kusů jsou navrženy jako prefabrikované s integrovaným těsněním. Prefabrikovaná šachtová dna se budou ukládat na vyrovnávací železobetonou desku tl. 0,10m beton tř. C8/10 opatřenou KARI sítí 8/100/100mm u horního okraje. Podkladní deska bude uložena na štěrkopískovém

podsypu tl. 0,10m. Šachtová dna musí být ve výrobě osazeny vložkou pro plastová potrubí. Důležitou podmínkou pro zajištění vodotěsnosti prefabrikovaných šachet je zajištění vodorovnosti stykových ploch a prostupů. Montáž prefabrikovaných šachet bude prováděna podle montážního návodu výrobce šachet. Postup napojení šachet na potrubí je obdobný jako spojování trubek dle výrobce. Těsnění mezi jednotlivými prefabrikovanými betonovými dílci bude provedeno z elastomerového těsnění. Prefabrikované dílce šachet musí vyhovovat všem požadavkům ČSN PEN 206. Vstup do šachet bude zajištěn poklopy D 600mm a případně kanalizačními ocelovými stupadly s PE povlakem, které jsou osazeny v šachtových prefabrikátech. Šachty budou dodány na stavbu v požadovaných skladbách, s prostupy pro potrubí včetně integrovaného těsnění a odpovídajícími žlábkami ve dně šachet.

Lomové šachty v počtu 7kusů jsou navrženy plastové samonosné z PP tl. 8mm. Šachtová dna se budou ukládat na štěrkový hutněný podsyp a podkladový beton tl. 100 - 200mm suché konzistence s kari sítí. Důležitou podmínkou pro zajištění vodotěsnosti šachet je zajištění vodorovnosti stykových ploch.

Všechny nově navržené šachty jsou v areálu kořenové čistírny a budou tedy opatřeny uzamykatelnými litinovými poklopy s větráním pro zatížení B125. Poklopy budou vyčnívat nad terén min. 100mm.

V místech stavby šachet se nevyskytuje podzemní voda ani prostředí s agresivními účinky na beton, šachty nebudou opatřeny izolačně-ochranným nátěrem proti agresivní vodě a pro zvýšení vodonepropustnosti.

Zásyp šachet bude hutněn po vrstvách tloušťky maximálně 0,50m.

Potrubí přítoku a odtoku bude vždy v šachtě opatřeno litinovým kulovým kohoutem, který umožní vyřazení příslušného trubního řadu po dobu údržby a revize.

Rozvodné, rozdělovací a sběrné potrubí

Dotčená část splaškové kanalizace bude provedena podle ČSN EN 75 6114 – Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení. Stavba bude prováděna na základě stavebního povolení a po předání staveniště dodavateli stavby, tj. po vytyčení podzemních inženýrských sítí. Před zahájením výkopových prací je nutno nechat vytyčit a označit veškeré podzemní sítě a objekty a v průběhu prací toto označení udržovat. Navržená rozvodná a rozdělovací potrubí jsou z PVC DN100 SN4, PVC

DN150 SN4, PE DN50 SN 4, PP HT DN40. Navržená sběrná potrubí jsou pouze z PVC DN100 SN4. Navržené sklony rozvodných potrubí v areálu kořenové čistírny odpadních vod jsou gravitační vedení s maximálním sklonem 1%. Kanalizace bude položena v souběhu s ostatními inženýrskými sítěmi dle ČSN73 6005 Prostorová úprava vedení technického vybavení. Pro ukládání kanalizačního potrubí bude strojně hloubena rýha se svislými pažícími boxy. Vytěžená zemina bude částečně uložena podél výkopu a částečně odvážena na mezideponii v areálu KČOV. Na dno výkopu bude provedeno pískové lože tl. min 0,10m. Následně bude položeno potrubí s dodržáním všech technologických postupů dle výrobce potrubí (spoje, osazení armatur). Na potrubí bude proveden obsyp potrubí ze štěrkopísku o tl. min 0,30m nad horní hranu potrubí. K potrubí bude uložen vodič pro možné následné trasování při vyhledávání potrubí. Na vrstvu obsypu bude uložena výstražná folie. Následně bude proveden zpětný zásyp zeminou z výkopku s předepsaným hutněním. Hutnění zásypu bude provedeno podle ČSN 73 3050. Na kanalizaci se provede zkouška vodotěsnosti podle ČSN 75 6909, případně kamerová prohlídka a bude provedeno zaměření skutečného stavu provedení kanalizace.

Před zásypem se provede zaměření skutečného provedení.

Archeologické nálezy, učiněné v průběhu stavby, je nutné neprodleně ohlásit.

Závěrečná úprava povrchu se provede při konečných terénních úpravách.

Trubní rozvody

Pro rovnoměrný přítok a odtok v HKFI a HKFII je navrženo perforované (drenážní) PVC potrubí DN 100 (přítok) a DN 100 (odtok). Rozvodné potrubí bude osazeno v rovině s tolerancí +1mm. Povrchové rozvodné potrubí bude obsypáno kamenivem frakce 8-16mm. Vrstva obsypu bude zcela zakrývat povrch vrstvou minimálně 0,30m kolem potrubí (tepelná izolace a ochrana před slunečním zářením a následnému zarůstání řasou). Rozvodné i sběrné potrubí je vždy ukončeno revizní šachtou, ve které se bude provádět údržba a čištění drenážního potrubí. Toto potrubí bude vzduchotěsně zazátkováno, aby nedocházelo k vedlejším pachovým jevům. Celková délka potrubí je 1090,00m.

Zpevněné plochy

Nové zpevněné plochy o výměře 65,00m², které budou napojeny na stávající zpevněné cesty, jsou určeny pouze pro obslužný provoz, který bude zahrnovat občasnou obsluhu pomocí fekálních a nákladních vozů (např. pro výměnu filtrů 1x 3-5let). Z tohoto důvodu je navrženo pouze sejmutí ornice tl. 0,15m včetně odkopu terénu 0,20m pro skladbu nové zpevněné plochy. Skladba zpevněných ploch tl. 0,30m a zavezení kačirkem fr. 8-22mm tl. 0,20m s dodatečným hutněním zpevněných ploch a následné vyšterkování šterkodrtí frakce 0/32mm tl. 0,10m. Zpevněné plochy budou od okolního terénu odděleny chodníkovým betonovým obrubníkem, který bude osazen do betonového lože, beton tř. C8/10.

Oplocení

Areál kořenové čistírny bude oplocen pozinkovaným drátěným pletivem s okem 50x50 poplastované PVC výšky 2,00m. Pletivo bude osazené na sloupky D48 poplastované PVC. Sloupky budou mít betonovou základovou patku z betonu tř. C8/10.

Vstup do areálu bude zajištěn vrátky v pletivu z trubkového svařence s výplní z poplastovaného pletiva š. 0,90m. Vjezd do areálu bude dvoukřídlými vjezdovými vraty z trubkového svařence s výplní z poplastovaného pletiva. Vrata a vrátka budou manuálně ovládaná a uzamykatelná.

Dešťová zdrž

Dešťové a splaškové odpadní vody budou novým potrubím přiváděny z odlehčovací komory do dešťové zdrže. V dešťové zdrži budou akumulovány přívalové vody. Navržena je jednokomorová podzemní nádrž je tvaru kvádrů z vodostavebního železobetonu s vlastnostmi na mrazuvzdornost XF a zvýšené požadavky na agresivní prostředí XC. Stavba bude uložena na betonovou podkladní desku tl. 0,10m beton tř. C8/10 opatřenou KARI sítí 8/100/100mm u horního okraje. Podkladní deska bude uložena na šterkopískovém podsypu tl. 0,10m.

Odpadní vody budou z dešťové zdrže přečerpávány plastovým potrubím na kořenová filtrační pole. Nádrž bude přístupná odvětrávaným uzamykatelným litinovým poklopem pro kontrolu. Čerpání vody a vyprázdnění dešťové zdrže zajistí impulsní vyprázdnění klapkou na odtokovém potrubí s plovákovým mechanismem.

Čerpací stanice

Je navržena prefabrikovaná kruhová ze železobetonu vnitřním profilu $\varnothing 1920$ s užžitnou hloubkou 0,90m ($V = 2,80\text{m}^3$) a uložena na betonovou podkladní desku tl. 0,10m beton tř. C8/10 opatřenou KARI sítí 8/100/100mm u horního okraje. Podkladní deska bude uložena na štěrkopískovém podsypu tl. 0,10m. Součástí stanice budou i přístroje a zařízení pro čerpací a kontrolní činnost. Čerpací stanice bude napojena na rozvody elektrické energie pomocí kabelu a bude vybavena dvěma čerpadly pro provoz 1+1. Akumulační objem je navržen pro přesné naplnění impulsních šachet pro jejich následné okamžité vyprázdnění. Obě provozní čerpadla budou napojena na jeden společný plovák, aby bylo zajištěno rovnoměrné rozdělení čerpaného průtoku. Výtlačné potrubí je navrženo z PE DN50 o délce 46,00m. V případě výpadku elektrické energie budou dešťové vody odváděny do recipientu záložní odtokovou trasou z litinového potrubí, které bude ložené ve stejné trase a zavedeno do stejného výustního objektu.

U Čerpací stanice bude vybudována samostatná rozvodná skříň RM X, který umožní požadovaná měření. Minimální rozsah potřeby zpracování dat je:

- 1) Hlášení poruch - pro čerpadlo, plovák a výpadek proudu
- 2) Nastavení regulace průtoků - spínání obou čerpadel na jeden plovák - v případě poruchy jednoho, druhé čerpá dál a nahlásí se problém přes GSM - měření průtoku indukčním průtokoměrem - zálohování dat a posílání branou GSM.

Shybka

Potrubí odvádějící přečištěné vody ze sběrné šachty bude uloženo ve výkopu. V místě křížení výkopu se stávající obslužnou komunikací bude vedeno shybkou. V areálu kořenové čistírny bude vyhloubena ražicí (startovací) jáma. Z této jámy bude vrtem zatahována ocelová chránička DN300 do níž bude následně zataženo litinové potrubí ze sběrné šachty do výustního objektu.

Výustní objekt

Při vyústění odvodu přečištěných vod z kořenové čistírny odpadních vod bude provedena stabilizace břehu vodního toku Vrchlice, v němž bude vystavěno obetonování přívodního potrubí přečištěných vod včetně vybetonování nátoky do vodního toku.

Elektro rozvody - přípojka a rozvodná skříň RS

Rozvodná skříň RS bude postavena u ČS a je napojena na stávající rozvod el. energie podzemní přípojkou ze stávajícího sloupu NN u parcely. Přípojka bude provedena kabelem uloženým v HDPE elektrochráničce uložené ve výkopu. Z rozvodné skříň RS budou napájeny a ovládány všechny prvky řídicí, ovládací, kontrolní a čerpací. El. přípojka ČS je vedena kabelem spolu s kabely pro automatiku ovládání plováků, měření průtoků a hlášení poruch uložených v chráničce. Rozvodná skříň bude též vystrojena zásuvkou pro údržbu 230 V.

Bilance spotřeby: čerpadla dešťové zdrže a štěrbínové nádrže = 3x 1,1kW, zásuvka pro údržbu 230 V (odhad) 2,00 kW Pi celkem 5,3kW. Předpokládaný koeficient vzájemné soudobosti = 0,5

Předpisy a normy pro elektroinstalace v ČOV, které musí být provedeny v souladu s platnými normami a předpisy, zejména ČSN 33 2000-1, ČSN 33 2000-3, ČSN 33 2000-4-41 ed.2 : 2007, ČSN 33 2000-4-43, ČSN 33 2000-4-46, ČSN 33 2000-4-47, ČSN 33 2000-4-481, ČSN 33 2000-4-482, ČSN 33 2000-5-51, ČSN 33 2000-5-523, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 0166 ed.2 : 2002, ČSN 33 2350, ČSN 73 6005 a dalších souvisejících norem. Ochrana před úrazem elektrickým proudem dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2:2007 Živé části - kryty (čl. 412.2) - izolací (čl. 412.1). Neživé části - samočinným odpojením vadné části od zdroje v síti TN (čl. 413.3) - doplňujícím pospojováním (čl. 413.1.2.2) - doplňkovou ochranou proudovým chráničem (čl. 412.5).

S ohledem na účel stavby, předpokládané působení vnějších vlivů a na konstrukci objektu z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem jsou předběžně stanoveny prostory jako nebezpečné ve smyslu ČSN 33 2000-3, tabulka 32 –NM 1 (AA5, AB8, AD1, AF2, AG2, AH2, AN2, AS2, BE4, CA1, CB1).

Rozváděč R1 bude celoročně vystaven atmosférickým podmínkám, je navržen kompaktní celoplastový pilíř z termoplastu sestavený z prázdné skříň s montážní deskou, koncového a základového dílu, s vložkovým zámkem. Stupeň ochrany krytem IP 44/20C, stupeň mechanické ochrany IK 10. Na montážní desce budou umístěny přístrojové lišty všechny potřebné moduly. Rozváděč bude obsahovat: hlavní vypínač, 2x spínač motoru, stykače, hladinové relé, jističe,

proudový chránič s nadproudovou ochranou, zásuvku pro ruční nářadí, svorkovnice, zásuvku 230 V 16A a další přídatné moduly dle specifikace výrobce pro dané zadání. Kompaktní pilíř bude osazen na základovou desku, výkop pro základovou desku bude 750x 400mm, hloubka výkopu musí být 850 mm od konečné úpravy terénu. Před rozváděčem bude dostatečný, rovný prostor pro obsluhu. Rozváděč bude uzemněn zemnicím páskem FeZn 30x 4mm, dle ČSN. Při montáži kompaktního pilíře je nutné dodržet návod výrobce. V jímkách budou všechny kabely uloženy v tuhých plastových trubkách upevněných na stěně.

Mokřadní rostliny

Kořenové filtry budou osázeny rákosem obecným a chrasticí rákosovitou. Hlavním způsobem likvidace nerozpustných látek je filtrace. Látky rozpustné i nerozpustné jsou rozkládány působením mikroorganismů jak aerobním tak anaerobním způsobem v kořenovém poli. Osázení mokřadními rostlinami bude provedeno v množství 4-6 sazenic/m².

B.2.7 Technická a technologická zařízení a zásady řešení zařízení, potřeby a spotřeby rozhodujících médií.

Na provoz zařízení kořenové čistírny odpadních vod nejsou kladeny zvláštní požadavky. Podrobnosti o provozu a údržbě budou uvedeny v provozním řádu. Provoz kořenové čistírny odpadních vod bude spočívat pouze v pravidelných denních kontrolách ručně stíraných česlí, regulačních šachet a čerpadel, která budou napojena na řídicí jednotku s dálkovým upozorněním výpadku. Dále bude třeba 3x-4x ročně přečerpávat kal z primární sedimentace na kalové pole. Na konci podzimního období bude pokosen travní porost a ponechán na ploše kořenových filtrů, kde bude sloužit jako tepelná izolace. V jarním období bude biomasa sklizena a kompostována, uložena na kompostovací plochu v areálu kořenové čistírny odpadních vod.

B.2.8 Požární bezpečnostní řešení

Návrh koncepce požární bezpečnosti z hlediska předpokládaného stavebního řešení a způsobu využití stavby - charakter stavby (zemní těleso plné odpadní vody) nevytváří požární nebezpečí pro blízké okolí. Stavba nezasahuje do stávajících

příjezdových komunikací. Stávající vjezd do areálu kořenové čistírny odpadních vod je dostatečně kapacitní s ohledem na veškeré potřeby hasičských vozidel. Samotná stavba nebude vyžadovat, s ohledem na její nehořlavost, hasební zásah požárních vozů.

Stavba svým charakterem nevyžaduje vybavení stavby vyhrazenými požárně bezpečnostními zařízeními. Stavba nezasahuje do stávajících ploch pro požární vozidla.

S ohledem na nehořlavost konstrukce, stavba kořenové čistírny nemá požadavky na požární zásah. Není vyžadováno zhodnocení přístupových komunikací a nástupních ploch pro požární techniku včetně možnosti provedení zásahu jednotek požární ochrany.

B.2.9 Zásady hospodaření s energiemi

Provoz kořenové čistírny odpadních vod využívá maximální úsporu energie, protože k jejímu provozu není zapotřebí el. energie z veřejných rozvodů. Pro úsporu tepla stavba není navrhována, ani k takovému účelu neslouží.

Projekt kořenové čistírny neobsahuje ani nevyžaduje posouzení na využití alternativních zdrojů energií.

B.2.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí. Zásady řešení parametrů stavby (větrání, vytápění, osvětlení, zásobování vodou, odpadů apod.) a dále zásady řešení vlivu stavby na okolí (vibrace, hluk, prašnost apod.).

Dokumentace je v souladu s dotčenými hygienickými předpisy a závaznými normami ČSN a vyhláškou č. 269/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, novelizovanou vyhláškou 20/2012 Sb. A vyhláškou č. 26/1999 Sb., o obecných technických požadavcích. Dále je v souladu s vyhláškou č. 431/2012 Sb., kterou se mění vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území.

Dokumentace splňuje příslušné předpisy a požadavky jak pro vnitřní prostředí, tak i pro vliv stavby na životní prostředí.

B.2.11 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

Ochrana proti pronikání radonu z podloží je řešeno PE folií ve skladbě kořenového pole, které odděluje filtrační náplň od okolního terénu.

Stavba není navržena v lokalitě s výskytem bludných proudů, hluku ani není navržena v lokalitě s technickou seizmicitou (zdroje technické seizmicity: železnice, rychlostních silnic a dálničních komunikací apod. se zde nevyskytuje).

Vzhledem k tomu, že je stavba umístěna do blízkého vodního toku Vrchlice, bude posílena protipovodňová bezpečnost. Aby nedošlo k rozlítí vodního toku, bude pro zlepšení vniku povodňových vod do kořenové čistírny odpadních vod vybudován zemní val mezi komunikací a areálem kořenové čistírny.

B.3 Připojení na technickou infrastrukturu

Napojení na stávající dopravní infrastrukturu bude ze stávající příjezdové nezpevněné cesty 4311/2 po nové obslužné příjezdové komunikaci ke kořenové čistírně odpadních vod. Příjezd k KČOV je ze severní strany.

Veškeré odpadní vody budou na kořenovou čistírnu odpadních vod přiváděny novou gravitační kanalizací v plastovém provedení.

Nové technologie KČOV budou napojeny na novou přípojku elektro, která bude zřízena v areálu kořenové čistírny s vlastním rozvaděčem a měřením.

Do prostoru kořenové čistírny bude k čerpací stanici převedena vodovodní přípojka PPR DN50. Vodovodní přípojka bude napojena na stávající řad veřejného vodovodu. Přípojka bude zakončena kulovým kohoutem s hadicovou přípojkou a bude jím zajištěna provozní a oplachová voda.

Při realizaci stavby bude respektována ČSN 73 6005 – Prostorové uspořádání sítí technického vybavení.

B.4 Dopravní řešení a napojení souvisejícího technologického objektu na stávající dopravní infrastrukturu.

Příjezd na parcelu je ze silnice čís. 3377-1 mezi Kutnou Horou a Poličany (ul. Táborská), sjezd ul. Na Rudě a dále místní obslužná asfaltová komunikace ul. V Hutích. Napojení na stávající dopravní infrastrukturu bude ze stávající příjezdové

nezpevněné cesty 4311/2 po nové obslužné příjezdové komunikaci ke kořenové čistírně odpadních vod.

Stavba bude mít vliv na ostatní IS dle ČSN 73 6005-Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Charakter stavby splňuje předepsané limity pro umístění v navrhovaných vzdálenostech od předmětných inženýrských sítí.

B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

Na pozemku jsou navrhovány terénní úpravy – urovnání terénu. Lesní hrabanka sejmuta a uložena na mezideponii na parcele. Odtud bude po ukončení stavebních prací použita zpět a opět rozprostřena po ploše pozemku.

Kořenové filtry budou osázeny pestrou barevnou a funkční škálou rostlin vhodných pro kořenové čistírny odpadních vod. Pozemek bude osázen mokřadní vegetací.

Biotechnická opatření nejsou uvažována.

B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana

Stavba po dokončení nebude mít negativní vliv na životní prostředí. Kořenová čistírna odpadních vod bude navržena provozně tak, aby zlepšila stav životního prostředí ve své lokalitě. Při realizaci stavebních objektů nedojde k zásahu do sousedních pozemků. Okolní stavby nebudou stavebními pracemi ovlivněny. Stavba neprodukuje zplodiny do ovzduší, neznečišťuje vodu, nevytváří svým užíváním hluk, nekontaminuje půdy a vytváří odpady v podobě kalů, s nimiž bude dále hospodařeno bez ohrožení jakékoli složky životního prostředí.

Při provádění bude mít stavba částečně nepříznivý vliv na okolí. Po dobu výstavby bude docházet ke zvýšení prachových emisí a znečištění oxidy dusíku při zemních pracích bez velkého významu, při dopravě materiálu a provozu stavebních strojů. Zvýšená bude rovněž hlučnost. Při realizaci stavby je nutno dodržet, aby hladina hluku ze stavební činnosti byla v souladu s § 10 a 11 nařízení vlády č. 148/2006 Sb.

Provoz kořenové čistírny odpadních vod a provádění údržby všech jejich zařízení je v souladu se schváleným provozním a manipulačním řádem.

Vliv stavby na ovzduší a klima – klima a ovzduší nebude ovlivněno.

Během realizace stavby (výkopové práce) může dojít k dočasnému a mírnému zhoršení akustické situace, které bude řešeno opatřeními:

- omezení prací s vysokými hlukovými emisemi na vymezenou dobu (v době od 22:00 do 06:00hod a ve dnech pracovního klidu)
- udržování všech dopravních prostředků v dobrém technickém stavu
- v odůvodněných případech zajišťování kontrolních měření akustických hladin

Stavba kořenové čistírny nebude mít vliv na podzemní vody. Povrchové vody budou ovlivněny vypouštěním přečištěné vody z kořenové čistírny do recipientu, kterým je vodní tok Vrchlice.

Odtokové poměry dešťové vody budou změněny objekty novostavby kořenové čistírny odpadních vod. Budou mít novou vlastní soustavu svodu dešťové vody, která bude použita na přečištění splaškových vod s možností přímého vypouštění do recipientu, kterým je řeka Vrchlice. Přečištěné vody z kořenové čistírny odpadních vod, které budou vypouštěny do recipientu a budou splňovat požadované imisní hodnoty recipientu BSK₅ 8mg/litr.

Stavba bude po realizaci produkovat odpady z mechanického předčištění (česle) a z lapáku písku. Česle (střední a jemné) chrání potrubí a následně i filtrační pole před vniknutím.

Odpady vznikající během výstavby budou likvidovány v souladu s platnou legislativou.

Dokončená stavba a její provoz vzhledem ke svému charakteru a stavebnímu řešení negativní vlivy nevyvolá. Stavbou KČOV nedojde k ovlivnění ochrany rostlin a živočichů, nebudou narušeny ekologické funkce krajiny a jiné krajinné vazby. V blízkosti budoucí stavby kořenové čistírny není chráněný ani památný strom.

Při veškerých pracích je nutno dodržovat všechny platné a příslušné normy a předpisy BOZ. Při provádění stavebních prací je nutno dodržovat bezpečnost práce, v podrobnostech se odkazuje na zákony čí. 262/2006 Sb. a čí. 309/2006 Sb.

Stavba se nenachází v blízkosti významného území s návazností na soustavu Natura 2000.

V rámci projektu nebyl proveden návrh na zohlednění podmínek ze závěrů zjišťovacího řízení ani stanovisek EIA. Uvedený návrh projektová dokumentace neřeší.

V rámci stavby a provozu kořenové čistírny odpadních vod nejsou nevržena žádná bezpečnostní pásma, omezení a podmínky ochrany dle jiných právních předpisů.

V případě, že je dokumentace podkladem pro územní řízení s posouzením vlivů na životní prostředí, neuvádí se informace k bodům a), b), d) a e), neboť jsou součástí dokumentace vlivů záměru na životní prostředí.

B.7 Zásady organizace výstavby

Příjezd a vjezd do areálu kořenové čistírny odpadních vod bude po stávající obslužné komunikaci ul. V Hutích, Vrchlice – Kutná Hora.

Při stavbě KČOV bude pro dočasné zařízení staveniště využít celý areál budoucí kořenové čistírny odpadních vod. Staveniště bude dočasně ohrazeno provizorním oplocením, které pak bude nahrazeno novým stálým oplocením areálu kořenové čistírny odpadních vod.

V průběhu stavby budou vytvořeny mezideponie pro uložení výkopků před dalším použitím na zpětné zásypy nebo odvoz na trvalou skládku zemin. Na mezideponii bude uložena ornice opět před zpětným využitím. V průběhu stavby budou tvořeny mezideponie štěrků, štěrkopísků a kameniva pro stavbu kořenových filtrů. Mezideponie štěrků, štěrkopísků a kameniva budou sloužit k překládání materiálů, při jejichž dopravě na místo by mohlo pojezdem mechanizace dojít k porušení těles kořenových filtrů a především izolace kořenových polí. Podsypové, zásypové a výplňové kamenivo bude z mezideponií dopravováno ručně (např. kolečkem)

Bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin

výkopek celkem..... 1246,50m²

výkopek uložený na mezideponii..... 1246,50m²

přebytečný výkopek uložený na skládku.....	1037,00m ²
pískové lože pod porubí.....	98,10m ³
obsyp stěrkojískem.....	392,40m ³
filtrační náplň frakce 63-125.....	168,00m ³
filtrační náplň frakce 32-64.....	84,00m ³
filtrační náplň frakce 8-16.....	590,40m ³

Dokladová část

Dokladová část obsahuje doklady o splnění požadavků podle jiných právních předpisů vydané příslušnými správními orgány nebo příslušnými osobami a dokumentaci zpracovanou osobami oprávněnými podle jiných právních předpisů.

Dokladová dokumentace bude obsahovat Závazná stanoviska, stanoviska, rozhodnutí, vyjádření dotčených orgánů. Dokumentace vlivů záměru na životní prostředí, pokud stavba podléhá posuzování vlivů na životní prostředí podle zákona o posuzování vlivů na životní prostředí a územní řízení bude spojeno s posuzováním vlivů na životní prostředí, přikládá se dokumentace vlivů záměru na životní prostředí podle § 10 odst. 3 a přílohy č. 4 k zákonu o posuzování vlivů na životní prostředí, včetně posouzení vlivů na předmět ochrany a celistvost evropsky významné lokality nebo ptačí oblasti, bylo-li tak stanoveno v závěru zjišťovacího řízení. Mezi doklady jiného právního předpisu patří dokumentace, která je zpracována pro soubor staveb, jehož součástí je výrobek plnící funkci stavby, přikládá se doklad podle jiného právního předpisu prokazující shodu vlastností tohoto výrobku s požadavky na stavby podle § 156 stavebního zákona nebo technická dokumentace výrobce nebo dovozce, popřípadě další doklad, z něhož je možné ověřit dodržení požadavků na stavby. V dokumentech nesmí chybět Závazná stanoviska, stanoviska, rozhodnutí, vyjádření dotčených orgánů patří Stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury k možnosti a způsobu napojení, vyznačená například na situačním výkrese. Stanovisko vlastníka nebo provozovatele k podmínkám zřízení stavby, provádění prací a činností v dotčených ochranných a bezpečnostních pásmech podle jiných právních předpisů. Doklad podle zvláštního právního předpisu prokazující shodu vlastností výrobku, který plní funkci stavby, s požadavky na stavby podle § 156 stavebního zákona nebo technická dokumentace výrobce nebo dovozce, popřípadě další doklad, z něhož je možné ověřit dodržení požadavků na stavby. Mezi

závazná stanoviska dále patří Geodetický podklad pro projektovou činnost zpracovaný podle jiných právních předpisů a Ostatní stanoviska, vyjádření, posudky a výsledky jednání vedených v průběhu zpracování dokumentace.

B.8 Základní popis technických a technologických zařízení

Technické řešení mění stávající způsob odvodu komunálních odpadních vod na novou technologii s ekologickým využitím přečištěné vody – bude odváděna do recipientu vodní tok Vrchlice. Nová kořenová čistírna odpadních vod je dimenzována na 267 EO. Odpadní splašková voda z obytné zóny bude přivedena novým potrubím přes hrubé česle do šterbinového lapáku písku, přes žlabovou odlehčovací komoru a upravenou šterbinovou nádrž s regulačním vzdouvacím objektem a dále v trubní trase do horizontálních kořenových filtrů, kde bude nátoková část filtrační náplně a budou provedeno rozvodné a sběrné potrubí. Za kořenovými filtry bude vybudován regulační objekt. Z regulačního objektu bude přečištěná voda protékat do odtokového potrubí včetně shybky pod obslužnou komunikací dále do stávajícího recipientu vodního toku Vrchlice. Navrhovaná kořenová čistírna odpadních vod s horizontálně podpovrchovým průtokem odpadních vod je dimenzována na 267 EO, což je stávající množství všech připojených producentů odpadních vod v městské části Kutná Hora - Vrchlice. Kořenová čistírna odpadních vod bude tvořena třemi filtry o zastavěné ploše 3ks 1053,00m², tedy o celkové užité čisticí ploše kořenové čistírny odpadních vod 842,40m².

Hlavním způsobem likvidace nerozpustných látek je filtrace. Látky rozpustné i nerozpustné jsou rozkládány působením mikroorganismů jak aerobním tak anaerobním způsobem. Aerobní podmínky ve filtru vznikají působením kořenových procesů rostlin a impulsním plněním v horizontálních filtrech. Organický dusík se zde mineralizuje na amonný, který bakterie oxidují na dusičnanový a ten se denitrifikuje v anaerobním prostředí na plynný dusík. Fosfor se odstraňuje srážením a přeměnou na nerozpustné fosforečnany a částečným zabudováním do tkání rostlin. Jako dočištění a absorpci zbytkového fosforu bude využit struskový filtru SHKF, na který bude dopravována voda plastovým potrubím z HKFI a HKFII. Struskový objekt SF, který je umístěn uvnitř za HKFI a HKFII odstraní zbytkové množství fosforu a případně vzniklé siričky adsorpcí na železité složky v sobě obsažené. Tento objekt je nutné po naplnění sorpční kapacity obměnit (cca jednou za 3-5let).

Kořenové čistírny odpadních vod budou využívat nejnovějších výzkumů a poznatků v oblasti přírodního čištění odpadních vod. Funkce prvních horizontálních kořenových filtrů v spočívá v částečném mechanicko-biologickém předčištění předimpulzním rozdělením odpadních vod do kořenových filtrů, struskový horizontální kořenový filtr zajistí dodatečné biologické čištění.

Zajištění ochrany zdraví a bezpečnosti

Při provádění stavebních prací je nutno dodržovat bezpečnost práce. V podrobnostech se projekt odkazuje na vyhlášku ČBÚP a ČBÚ č. 324/1990 Sb. o bezpečnosti práce a technických zařízení při provádění stavebních prací. Před započítím výstavby předloží zhotovitel stavebně montážních prací investoru akce, případně stavebnímu dozoru stavby, doklad o způsobylosti pracovníků k dílu z hlediska BOZ v souladu s § 9 a 10 vyhl. 324/1990 Sb. Staveniště, jeho úseky a části budou zajištěny v souladu s touto vyhl. § 11 až 16.

Bezpečnost při užívání

Bezpečnost provozu pro veřejnost bude spočívat v kontrole uzamykatelných poklopů. V případě neporušení poklopů od objektů ČOV nemůže dojít k žádnému jinému ohrožení veřejnosti, která bude mít do prostor ČOV neomezený přístup. Obsluha musí dodržovat všechny pokyny, které budou specifikovány v provozním řádu ČOV (odvětrání šachet před vstupem, ochranný oděv při čištění objektů včetně roušky,...).

Ochrana stavby před vnějšími vlivy

Ochrana stavby před škodlivými vlivy vnějšího prostředí bude zajištěna a splněna řádným provedením díla.

Zásady organizace výstavby

Návrh plánu organizace výstavby vychází z velikosti a rozsahu stavby. Následně výběrovým řízením vybraná dodavatelská organizace upřesní POV ve své dodavatelské dokumentaci.

Zařízení staveniště:

Při předpokládaném počtu 5 pracovníků je nutné počítat s následujícími plochami prosociální zařízení staveniště: šatny 10 m², umývárna 15 m², WC 1 buňka chemického WC, denní místnost, kancelář stavbyvedoucího/pracoviště technického dozoru 15 m².

Umístění zařízení bude v areálu stavby KČOV. Stavební hmoty budou skladovány na ploše určené pro zařízení staveniště. Přebytečná zemina ze stavby bude částečně využita a ostatní bude odvezena na trvalou skládku na náklady vybrané dodavatelské organizace.

11. Závěr

Cílem práce byl návrh kořenové čistírny odpadních vod pro městskou část Vrchlice, Kutná Hora. Navržena byla kořenová čistírna odpadních vod s horizontálním podpovrchovým tokem osázená emerzními rostlinami. Plocha kořenových filtrů zabírá plochu 1053,00m² s hloubkou 0,80m, která je vhodná pro osázení mokřadními rostlinami. Navrženy byly dva kořenové filtry s horizontálním podpovrchovým tokem a jeden struskový kořenový filtr s horizontálním podpovrchovým tokem pro dočištění vod a odstranění nutrientů. Takto navržená kořenová čistírna je dostačující k čištění splaškových vod pro 267 obyvatel a vyčištěná voda splňuje parametry pro vypouštění do vodního recipientu řeky Vrchlice.

Parametry kořenové čistírny odpadních vod byly ověřeny výpočtem a kořenová čistírna je dostatečná pro čištění splaškových vod. Realizací kořenové čistírny lze čistit splaškové vody přírodním způsobem a současně do krajiny doplnit významný prvek mokřadu, jímž se zvýší biodiverzita území.

12. Seznam literatury

literatura a použité zdroje

EPA, 1999: Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters. EPA, Cincinnati, Ohio, 165 s.

Havránek L., Kovář A., Zapletal T., 2011: Vodohospodářská bilance za rok 2010.

Povodí Labe, státní podnik, s. 12

Green, M., B., Upton, J., 1994: Constructed reed beds: A cost-effective way to polish wastewater effluents for small communities. Water Environment Research, volume 66 (3), 188 - 192.

Hoffmann H., Platzer Ch., Winker M., von Muench E., 2011: Technology review of constructed wetlands. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, 36 s.

Chudoba J., Dohányos M., Wanner J., 1991: Čištění odpadních vod. SNTL, Praha, 463 s.

Mlejnská E., Rozkošný M., 2016: Návrhové parametry, provozní zkušenosti a možnosti intenzifikace umělých mokřadů. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha, 19 s.

Straková M., Straka J., Ludmila Michalíková L., Plevová K., 2007: Kapesní atlas trav. Brko, Brno Slatina, 96 s.

Šálek, J., Tlapák, V.: Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod. ČKAIT, 2006, 283 s.

Tanner, C., C., 1994: Treatment of dairy farm wastewaters in horizontal and up-flow gravel-bed constructed wetlands. Water Science and Technology, volume 29 (4), 85 – 93.

Vymazal J., 1995: Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách. ENVI, 152 s.

Vymazal J., 2004: Kořenové čistírny odpadních vod. ENKI, 14s.

internetové zdroje

Křiška M., Němcová M.: Vodní hospodářství, 2016: Kořenové čistírny rekapitulace a budoucnost v České republice (online) [cit. 2018.04.18], dostupné z <http://vodnihospodarstvi.cz/korenove-cistirny/>

legislativní zdroje

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

13. Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obr. 1 Schéma mokřadu s plovoucími rostlinami (Vymazal 1995 ex. Brixe 1993)	4
Obr. 2 Schéma mokřadu se submerzními rostlinami (Vymazal 1995 ex. Brixe 1993)	4
Obr. 3 Schéma mokřadu s povrchovým tokem (Vymazal 1995 ex. Brixe 1993)	5
Obr. 4 Schéma mokřadu s podpovrchovým horizontálním tokem (Vymazal 1995 ex. Brixe 1993)	6
Obr. 5 Schéma mokřadu s plovoucími rostlinami (Vymazal 1995 ex. Brixe 1993)	6
Graf 1. Poměr zastoupení ukládání fosforu v mokřadu, (Vymazal 1995 ex. Verhoeven 1986)	9
Tab. 1. Hmotnost sušiny a akumulace živin rákosin v mokřadech ČR (Vymazal 1995 ex. Véber, Zahradník, 1986)	13
Tab. 2. Procesy podílející se na odstraňování znečištění v kořenových čistírnách (Vymazal, 1995)	16
Tab. 3 Průměrné účinnosti HKF	19
Tab. 4 Údaje o území	27

14. Seznam příloh

Příloha čís. 1 Seznam sousedních pozemků

Příloha čís. 2 C.01 Situační výkres širších vztahů

Příloha čís. 3 C.02 Celkový a koordinační výkres

Příloha čís. 4 C.03 Katastrální situační výkres

Příloha čís. 5 D.01 Schéma technologie KČOV

Příloha čís. 6 D.02 Půdorys kořenového pole

Příloha čís. 7 D.03 Řez kořenovým polem